גיליון מס' 19 | אפריל 2013

אודיסאה

| מסע בין רעיונות |

הגנום הישראלי

פרופ' אריאל הירשפלד מראיין את חיים גורי, השנה בן 90, על חייו ועל חיינו

שאלת אודיסאה / באיזה עניין שינית את דעתך, ולמה? 10 חוקרים ואנשי רוח עונים

המוח הדגי

ד"ר ליאור אפלבום וארנון איתיאל בודקים למה כולם ישנים

המוח האנושי

פרופ' עידן שגב על יעדי המחקר שזכה במיליארד יורו

המוח העטלפי

פרופ' נחום אולנובסקי חוקר איך בעצם כולם מנווטים (בלי וייז)

מיסודה ובתמיכתה של

מה בגיליון

בסוף ינואר השנה החליטו מוסדות האיחוד האירופי להקציב מיליארד יורו לפיתוח מודל ממוחשב מלא של המוח האנושי. **פרופ׳ עידן שגב**, איש האוניברסיטה העברית, ממובילי הפרויקט (Human Brain Project), מבהיר את משמעות ההחלטה שמעלה את חקר מוח האדם אל ראש תורן המחקר המדעי העולמי. שלושה חוקרי מוח נוספים מצטרפים ל״טראסט המוחות״ שהתלכד בגיליון. **ד״ר נחום אולנובסקי**, שהקים מושבת עטלפים במכון ויצמן, מספר על מחקרו בתחום ההתמצאות המרחבית האנושית בעזרת חיית המודל שמשדרת אותות סונאר. **ד״ר ליאור אפלבום** ו**ארנון איתיאל** (סטודנט לתואר שני) מאוניברסיטת בר־אילן מתארים התבוננות במוחם השקוף של דגיגוני ״זברה״ אקווריומיים, בניסיון לפענח את תעלומת אחד המנגנונים האבולוציוניים הקדומים – השינה.

כך או כך, חידת תפקודם ההרמוני של מאה מיליארד נוירונים רחוקה מפתרון. בדרך להבנה הטכנית של המנגנון המורכב ביותר בממלכת החי, ייתכן שיימצאו תרופות למחלות מוחיות כמו אלצהיימר ופרקינסון, אבל את ה״אמונה״ וה״אהבה״ עדיין אין החוקרים מצרפים לבנק המטרות שלהם, לרווחת אלוהים והפסיכולוגים.

אל תחום הרגש האוניברסלי הפרוץ ולמרחב הביטוי המקומי ששייך ספציפית לארץ הזאת חודר **פרופ׳ אריאל הירשפלד**, שפוגש את המשורר והסופר **חיים גורי** לראיון תובעני ורחב היקף (9,000 מילה). השנה ימלאו 90 לאיש הפלמ״ח עז הביטוי, מועד נכון לשיחה על החיים שלו, על החיים שלנו.

עוד בגיליון – הביולוג התיאורטי **ד״ר ערן שיפרמן** חושף את הבסיס המדעי הרעוע של הפסיכולוגיה האבולוציונית, תחום מחקר הזוכה דווקא לאהדה תקשורתית.

העיתונאי **יאיר קלדור** מתאר את דעיכת הברוקר האנושי בוול־סטריט ועליית התוכנות שסוחרות אוטומטית בניירות ערך, לעתים בלי קשר למצב החברות הנסחרות. החוקרת **ד״ר ענת לפידות־פירילה** ממכון ון ליר מסבירה, מה עובר על תורכיה בלי קשר לישראל ולמשטים.

המדור הקבוע, ״שאלת אודיסאה״, מברר אצל שורה של חוקרים ואנשי רוח באיזה עניין שינו את דעתם. במדור חדש, ״מקור ההשראה״, פורש האמן והמעצב **דוד טרטקובר** תשע עבודות (של אחרים) ששינו את חייו. את הגיליון חותם פרק מתוך הספר ״אתה לא גאדג׳ט״, מניפסט ביקורתי על התרבות הדיגיטלית מאת **ג׳רון לניאר**.

אבנר אברהמי

אודיסאה

| מסע בין רעיונות |

006
שאלת אודיסאה: באיזה עניין שינית את דעתך בשנים האחרונות, ולמה?
פרופ' דורון לנצט, ד"ר יובל נח הררי, פרופ' עמיה ליבליך, ניר ברעם, פרופ' אליעזר רבינוביץ, פרופ' ירון אזרחי, חנוך מרמרי, פרופ' גליה גולן, פרופ' עדי אופיר, פרופ' אביה ספיבק

012

פרופ' עידן שגב
עומד בראש המחלקה לנוירוביולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים. מחקריו עוסקים בפיתוח מודלים מתמטיים לתיאור פעולתם החשמלית של תאי העצב במוח של יונקים, ולתיאור השינויים החלים ברשת העצבית בתהליכי זיכרון ולמידה. לאחרונה היה שותף לזכיית מיזם "מוח האדם" בתחרות שערך האיחוד האירופי, ובגיליון זה הוא מתאר את יעדי המיזם במאמרו **100 מיליארד נוירונים מחכים למתכנת**.

020

פרופ' אריאל הירשפלד
חוקר ספרות ותרבות, מרצה בחוג לספרות עברית באוניברסיטה העברית. בין ספריו: "רשימות על מקום" (2000), "רישומים של התגלות" (2006), "כינור ערוך – לשון הרגש בשירת ח"נ ביאליק" (2011) ו"לקרוא את ש"י עגנון" (2011). בגיליון זה ערך פרופ' הירשפלד **ראיון ייחודי בהיקפו עם המשורר והסופר חיים גורי**, שהשנה ימלאו לו 90.

036

ד"ר ערן שיפרמן
ביולוג תיאורטי המתמחה בבניית מודלים אבולוציוניים של מערכות קוגניטיביות בעולם החי. זואולוג ופילוסוף בהכשרתו. את תואר הדוקטורט קיבל ממכון כהן באוניברסיטת תל־אביב ב־2011, והשלים לאחרונה את הפוסט־דוקטורט הראשון שלו במכון קונרד לורנץ בווינה. בגיליון זה כתב את המאמר **תקועים בתקופת האבן**, שדן ביסודותיה הרעועים של הפסיכולוגיה האבולוציונית.

046

ד"ר ליאור אפלבום
ראש המעבדה לנוירוביולוגיה מולקולרית ומרצה בכיר בפקולטה למדעי החיים והמרכז הרב־תחומי לחקר המוח באוניברסיטת בר־אילן. חוקר את הבסיס הגנטי והתאי של מחלות שינה ופיגור שכלי, תוך שימוש בדג הזברה כחיית מודל. בגיליון זה חיבר (עם ארנון איתיאל) את המאמר **על מה חולמים דגי הזברה**, שמתאר את המחקר סביב השאלה – מדוע אנחנו ישנים?

046

ארנון איתיאל
סטודנט לתואר שני במעבדה של ד"ר ליאור אפלבום בפקולטה למדעי החיים והמרכז הרב־תחומי לחקר המוח באוניברסיטת בר־אילן. חוקר את השפעת השינה והשעון הביולוגי על שינויים סינפטיים. שותף לכתיבת המאמר **על מה חולמים דגי הזברה**.

053

ד"ר ענת לפידות־פירילה
עמיתת מחקר בכירה במכון ון ליר בירושלים, שם היא עומדת בראש התוכנית ללימודי הים התיכון. ד"ר לפידות־פירילה היא עורכת־מייסדת של כתב־העת "Journal of Levantine Studies". מחקריה עוסקים בהיסטוריה של הרפובליקה התורכית, עם דגש על תהליכי הדתה ובעיות של זהות בתורכיה המודרנית. בגיליון זה כתבה את המאמר **בין קוריאה לבוסניה**, שדן בשינויים שעוברים היום על תורכיה.

060

יאיר קלדור
עיתונאי. שימש בשנים האחרונות ראש דסק חדשות בעיתון "TheMarker". עבודת התזה שלו לתואר שני באוניברסיטת תל־אביב עוסקת בהיסטוריה של התיאוריה הכלכלית. **האלגוריתמים כבשו את וול־סטריט**, כתבתו בגיליון זה, מתארת את השינוי שעוברת הבורסה האמריקאית עם השתלטות המחשבים על המסחר במניות.

070

ד"ר נחום אולנובסקי
חבר סגל במחלקה לנוירוביולוגיה במכון ויצמן. חוקר הבסיס המוחי של ההתנהגות, תוך שימוש בעטלף כחיית מודל, עם דגש על תחומים כמו התמצאות במרחב, זיכרון מרחבי וניווט. חתן "פרס קריל" (Krill) של קרן וולף לשנת 2012 למדענים צעירים, וחתן "פרס סירצקי" להתקדמות בחקר המוח של אוניברסיטת תל־אביב לשנת 2011. בגיליון זה מתראיין לכתבה **אני אנווט** של אבנר אברהמי, שדנה בסוגיית ההתמצאות האנושית במרחב בעזרת חקר מוח העטלפים.

078

ג'רון לניאר
מחלוצי תחום המציאות המדומה. הקים, יחד עם תומאס צימרמן, את חברת VPL Research, שניסתה לפתח טכנולוגיות של מציאות מדומה והייתה החברה הראשונה שפיתחה יישומים מסחריים בתחום. בעשור האחרון היה לניאר חוקר אורח במוסדות אקדמיים ובחברות מסחריות כמו מייקרוסופט. בגיליון זה אנו מביאים את הפרק הראשון מספרו "**אתה לא גאדג'ט**".

019

דוד טרטקובר
חתן פרס ישראל לעיצוב, מבכירי האמנים בארץ ומי שהגדיר מחדש את שפת העיצוב הישראלי. הציג תערוכות יחיד במוזיאון ישראל בירושלים, במוזיאון תל־אביב לאמנות ובמקומות שונים באירופה, בארה"ב, בסין וביפן. בגיליון הנוכחי פורש טרטקובר תשע עבודות שהשפיעו על יצירתו במדור חדש – "**מקור ההשראה**".

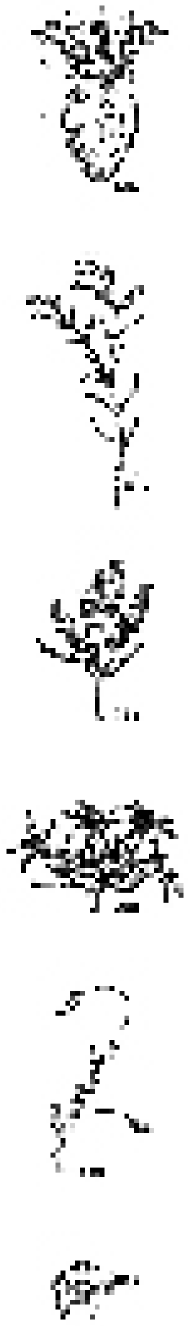
מערכת: עורך: אבנר אברהמי | **עורך משנה:** אסף שטול־טראורינג | **עורכת אחראית:** אילה מילר | **ועדה מייעצת:** עילם גרוס, אורלי שנקר, ליאו קורי, יאיר זרמי, חנוך גוטפרוינד, דני גוטוויין | **עריכה:** אילה לוין | **עיצוב:** אורנה אושרי | **צילום השער:** גטי אימג'ס
הנהלה: יו"ר: אילה מילר | **מפיקה ומנהלת הפצה:** איריס חייט | **דפוס:** ידיעות אחרונות | **מוציאים לאור:** "אודיסאה – מסע בין רעיונות", מיסודה של חברת "טבע" © כל הזכויות שמורות | **כתובת לפניות:** ת"ד 15055 רחובות 76150, odyssey@odyssey.org.il

"אודיסאה – מסע בין רעיונות": כתב־עת העוסק במחשבות, רעיונות, דילמות וויכוחים המתקיימים בחזית העשייה המדעית והפילוסופיה העכשווית. כתב־העת מכוון ליצירת חיבור בין מדע לחברה ובין רעיונות לתוצאותיהם ולמשמעותם. חברת "טבע" מוציאה לאור את "אודיסאה" כחלק מפעילותה לקידום המדע והתרבות בישראל

רוצים לעשות מנוי?
03־9411621
052־9993111
www.odyssey.org.il

באיזה עניין שינית את דעתך בשנים האחרונות, ולמה

?



על־פי פרויקט EDGE

חידת ראשית החיים

פרופ' דורון לנצט, ראש המרכז לחקר הגנום במכון ויצמן למדע

שנים רבות האמנתי בכל לב שהיווצרות חיים לא תיתכן ללא הופעה מוקדמת של מולקולה דמויית דנ"א. ההארה הגיעה אלי עם קריאת ספרו של הפיזיקאי המפורסם פרימן דייסון, "אינסופי לכל עבר". פרק אחד בספר מעולה זה הסביר באופן בהיר, כיצד ניתן לתאר ישות משתכפלת שאינה כוללת דנ"א או רנ"א. מדובר ברשת של מולקולות פשוטות, מסובכות הרבה פחות מהדנ"א ואף מאבני הבניין שלו (נוקליאוטידים), אשר בתגובות הדדיות של זירוז ריאקציה (קטליזה) יוצרות "מתקן" משתכפל, המסוגל לעבור אבולוציה.

אני זוכר רגע זה כשינוי הדעה המובהק ביותר בקריירה שלי: בתחילת הקריאה חשבתי לעצמי – שטויות גמורות. בסופה – אחזה בי התרגשות ותחושה עמוקה של שכנוע. מספר שנים לאחר מכן, ובעקבות אותו שינוי דעה, הקמתי במכון ויצמן פרויקט מחקרי בנושא ראשית החיים, בהתבסס על רעיונות חדשים שהעליתי בתחום רשתות הזירוז המולקולריות. הנחיתי בנושא זה כתריסר תלמידי מחקר ופרסמתי עשרות מאמרים. ב־12 השנים האחרונות הייתי גם ראש האגודה הישראלית לאסטרוביולוגיה וחקר ראשית החיים.

המודל הממוחשב שלנו, הקרוי GARD, מצביע על שיתוף אפשרי של מולקולות שומן במנגנוני ראשית החיים ("עולם הליפידים"). הוא נחשב לאחד המובילים בעולם בתחום המסקרן של אבולוציה פרביוטית, ומהווה תחליף אפשרי למודל הרווח של "עולם הרנ"א", זה אשר רבים הצביעו על חסרונותיו המהותיים, אך כשלו בניסיון למצוא לו תחליף. פגשתי מאז את פרימן דייסון מספר פעמים ושמחתי לדווח לו כיצד שינה את חיי.

מלחמות

ד"ר יובל נח הררי, מחבר "קיצור תולדות האנושות", היסטוריון באוניברסיטה העברית

בהתמחותי הראשונית אני היסטוריון צבאי של ימי הביניים. העיסוק האינטנסיבי במלחמות ימי הביניים הביא אותי לחשוב במשך שנים רבות, שהמלחמה היא חלק בלתי נפרד מהטבע האנושי ומהחברה האנושית, ושכל עוד יהיו אנשים בעולם – יהיו גם מלחמות. כשבראשית שנות התשעים פרסם פרנסיס פוקויאמה את ספרו "קץ ההיסטוריה" וטען, בין השאר, שעידן המלחמות הגיע אל קיצו, הייתי משוכנע שזו אשליה תמימה.

לפני כעשר שנים התחלתי לחקור וללמד היסטוריה עולמית, ובתוך כך להתבונן בתהליכים היסטוריים בני אלפי שנים. המחקרים והסטטיסטיקות אליהם נחשפתי במסגרת זו הביאו אותי לחשוד, שייתכן כי רמת האלימות האנושית אינה קבועה לאורך ההיסטוריה, ושלפחות העשורים האחרונים הינם תקופה שלווה באופן יוצא דופן.

בשנת 2008 קראתי את ספרו המאלף של עזר גת, "War in Human Civilization". קריאת הספר הייתה, מבחינתי, נקודת ההכרעה. גת לא רק הביא עדויות חדשות רבות לירידה הדרסטית ברמת האלימות בעולם בעשורים האחרונים, אלא גם הציג תיאוריה סדורה ומשכנעת המסבירה את התופעה הזו כפועל יוצא של תהליכי עומק היסטוריים. בעקבות קריאת הספר אימצתי את הדעה שלא זו בלבד שאנו חיים בתקופה השלווה ביותר בהיסטוריה, אלא שזהו כנראה שינוי יסודי ובר־קיימא בדפוסים של החברה האנושית, ולא סתם צירוף מקרים ארעי. העתיד, כמובן, אינו ידוע, ואי־אפשר לנבא בביטחון שהמלחמות ייעלמו ולעולם לא יחזרו. אולם כיום אני סבור שאנו בדרך הנכונה להיפטר אחת ולתמיד מהצרה הזו ששמה מלחמה. ›

שיטת המחקר בפסיכולוגיה

פרופ׳ עמיה ליבליך, פרופסור אמריטה לפסיכולוגיה באוניברסיטה העברית;
נשיאת המכללה האקדמית לחברה ואמנויות, נתניה

במשך שנים האמנתי למה שלימדו אותי מורי לפסיכולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים: שהפסיכולוגיה היא מדע ההתנהגות, שצריך לחקור בשיטות מדידות וניתנות לשִחזור, שיש לכמת כל מושג שאנו מעוניינים לחקור, ולבדוק את הממצאים הכמותיים באמצעות הסטטיסטיקה. במילים אחרות, הדגם של הפסיכולוגיה שהוצג בפני עד סיום הדוקטורט היה של מדעי הטבע, בהשקפת עולם פוזיטיביסטית. נכון, גם במהלך לימודי בשנות השישים הייתה פסיכולוגיה קלינית – אותה ראינו אז כסוג ״אחר״, ואולי נחות, של הפסיכולוגיה המדעית. הפסיכולוגיה המחקרית והפסיכולוגיה הקלינית הוצבו על המפה האינטלקטואלית כשתי יבשות שאין כל חיבור ביניהן. את פרויד והפסיכואנליזה למדנו כקוריוז, על־ידי המרצה הכי בלתי מקובל במחלקה הקטנטנה דאז, ומיד נגזר גורל התיאוריה כ״אינה ניתנת להפרכה ולכן אינה מדעית״. בדיונים הפילוסופיים החשובים שלנו אז בדקנו את הפסיכואנליזה כמערכת אמונה, כדת כמעט. הפנמתי עמדות אלה, עסקתי במחקרים אובייקטיביים והתקדמתי יפה בסולם הדרגות האקדמיות.

לשינוי שעברתי יש תאריך – מלחמת יום כיפור. צעדתי ברחובות הנטושים של ירושלים וחשבתי: אם נצא בחיים, אני דורשת מעצמי לעשות בעבודתי האקדמית משהו משמעותי יותר ממה שעשיתי עד כה. מחקרים קטנים וכמותיים נראו לי כחיפוש אבידה מתחת לפנס. הדבר המשמעותי בעיני היה לשמוע מפיהם של אנשים, החיים כמוני בארץ הזו, איך הם חיים עם האיום המתמיד של מלחמות, מה עובר עליהם, מה הם מרגישים; בקיצור – מהו עולמם הפנימי כישראלים. הדרך שמצאתי הייתה האזנה לסיפוריהם. מאז נעשיתי חוקרת של סיפורי חיים. זוהי פסיכולוגיה אחרת – איכותנית, סובייקטיבית במודע, רב־קולית ותלויית הֶקשר. אבל היא משמעותית. בכך אין לי כל ספק.

חלוף הזמן

ניר ברעם, סופר

פעם הטריד אותי הזמן, כל הזמן. אפשר אפילו לומר שהתנועה שלו קדימה רדפה אותי. במובן מסוים חוויתי כל אירוע, עוד בעודו מתרחש, בתיווך של אֵבל על סופו הבלתי נמנע, היותו מגורש אל מגרש הגרוטאות של הדברים שהיו ואינם. ההנחה שבה אחזתי בשנים ההן הייתה שזה רק יהיה יותר גרוע, וככל שאתבגר, המודעות לזמן, לתנועתו, לאזורים המתרחבים שהוא משאיר מאחורי, תהפוך את החיים לסיוט אחד גדול. ההפך קרה.

בחלוף השנים התהוותה בי איזו אדישות לתנועת הזמן, אפשר אולי לקרוא לזה השלמה. כבר לא בחנתי את תנועת הזמן באימה, אלא בהשלמה שעטפה את האימה – שתמיד מבעבעת שם – במעין מעטה בלתי חדיר שהחניק את צווחתה. ייתכן שזה קרה כי כבר התרחקתי מדי מהנעורים, שבהם רציתי לאחוז עד הרגע האחרון. כלומר, ברגע שכבר לא הייתי רגל אחת כאן ורגל אחת שם – בנעורים – האימה חלפה, או לפחות הודחקה מספיק כדי שלא אחוש בה. אולי ברגע שפילחה אותי ההכרה שאני כבר לא קרוב, האימה נעלמה.

מפרוסט ועד ישראל פנקס – יצירות הספרות שאהבתי תמיד דנו בתנועת הזמן, התאבלו עליה, ובד בבד שאלו: איך אפשר לקרוא תיגר על תנועת הזמן (פרוסט בעצם מעלה אור וחיים במגרש הגרוטאות של האירועים שהיו ואינם). אולם כעת אני פחות מתעניין בשאלות הללו, ואולי אפילו מבין שבזבזתי זמן רב מדי באבל על תנועתו הבלתי פוסקת של הזמן, מבין שאתה לא יכול לעמוד קפוא מול הזמן ולקוות שאם לא תשתנה, הזמן לא יחרות סביבך את רשמיו. לפעמים אימה מטאפיזית יכולה לשמש כסות לפחד משינויים.

גדלים אינסופיים

פרופ׳ אליעזר רבינוביץ, פיזיקאי תיאורטי במכון רקח לפיזיקה באוניברסיטה העברית

הרגע שבו מבין המדען שהמשוואות שבהן הוא עוסק חוזות שגודל פיזיקלי מסוים, כמו, למשל, צפיפות האנרגיה בנקודה מסוימת, חייב להיות אינסופי, הוא בדרך־כלל הרגע שבו הוא מגלה שחישוביו היו שגויים. לא נצפו בטבע גדלים אינסופיים.

אבל היו מקרים בהם האינסוף הלא־רצוי לימד אותנו שעבור התופעה הנבחנת, חלק מהנחות היסוד אינן נכונות. מדי פעם נצפו גדלים אינסופיים מעניינים שהובילו להבנה שמשהו חשוב נשכח בחישוב, ושילוב הגורם החדש או הנשכח הבריח את הגדלים האינסופיים תוך כדי הרחבת ההבנה. החישוב הקלסי, לפיו כל אלקטרון הסובב את גרעין האטום אמור לקרון אנרגיה ואז לצלול במהירות לתוך הגרעין ובכך להעלות את אנרגיית האטום לאינסוף, הוביל בצורה זו למהפכה של מכניקת הקוונטים.

שני גדלים אינסופיים המדירים שינה מעיני חוקרי הגרביטציה בעשרות השנים האחרונות, הם גודלי האנרגיה והטמפרטורה האינסופיים, המלווים לכאורה מפץ גדול או קריסה גדולה של היקום לתוך עצמו – תרחישי קיצון של הקוסמולוגיה, שבהם נברא היקום שלנו ובהם הוא עשוי להגיע לסופו בהשפעת הגרבי־טציה. חוקרים רבים, ואני בתוכם, ייחלו לבואה של מהפכה שתרחיק מאיתנו ומהמשוואות שלנו את האינסוף הזה – מהפכה שתשנה את האופן שבו אנו מבינים את המרחב והזמן. הופתעתי כאשר התברר לשותפי, חוזה ברבון, ולי, שבתורת המיתרים אין צורך לסלק את האינסוף של מיני מפצים וקריסות. ייתכן שלבסוף תורת המיתרים תעלים גדלים אינסופיים אלה, אך אין צורך בכך. אין צורך בהופעת אביר על סוס לבן.

מוסר בפוליטיקה

פרופ׳ ירון אזרחי, פרופסור אמריטוס למדעי המדינה באוניברסיטה העברית

בספרו הקלאסי ״הנסיך״ (1513) טען מקיאוולי, שאף כי העם תמיד שופט את השליטים במונחים מוסריים, שליט חכם חייב להתחזות לצדיק, אך לנהל את הממלכה לפי שיקולים פרגמטיים של כוח ואינטרסים. בווריאציות שונות המלצות מקיאוולי ב״הנסיך״ המשיכו להדהד במשך דורות במשנותיהם של הוגי דעות פוליטיים רבי־השפעה כתומאס הובס, קרל שמיט והנס מורגנטאו. מסורת זו, שהדירה שיקולים מוסריים מהשיח על מהות הפוליטיקה וניהולה, עיצבה את תפיסת הפוליטיקה אצל דורות של מומחים, פרשנים וסטודנטים. גם אני סברתי שנים רבות שטענות על הטוב הציבורי והצדק החברתי, יותר משהן משפיעות על הפוליטיקה המעשית, הן עניין לשיח הפילוסופי המנותק ממנה.

להפתעתי ולשמחתי, נוכחתי כחוקר של מדינות בנות־זמננו שהמצב התהפך על־פיו. התובנה של מקיאוולי שעמים שופטים את השלטון באמות מידה מוסריות מתקיימת גם בזמננו, אלא שהמהפכה הטכנולוגית המאפשרת ערוצי תקשורת אלקטרונית אופקיים שאינם ניתנים בעיקרם לבקרה מלמעלה, שינתה באופן דרמטי את יחסי הכוחות בין דעת הקהל לשלטון. כיום, לביקורת מוסרית של דעת הקהל העולמית והמקומית יכול להיות משקל אסטרטגי, בשל היכולת למוטט לגיטימיות של מדינות כובשות או מתאכזרות למיעוטים, ולטלטל ממשלות בשל שחיתות, ניצול ציני של נכסי ציבור והשלמה עם פשעים, כמו אונס הנערות בהודו.

גם בישראל השלטון נאלץ לספור את ימי הלחימה שדעת הקהל העולמית משאירה לו, לאחר אירועים קשים כהרג אזרחים. ביקורת מוסרית כזאת – דו״ח גולדסטון, למשל – שופטת אירועים על־פי התוצאות, ולא לפי המוטיבציות של החיילים. אין כמעט הבחנה בין ירי מכוון לתקלה, בשל הנטייה לראות בתוצאות הוכחה למניעים. מדינאים שטרם הפנימו את המהפכה הזאת ביחסים בין כוח, מוסר ולגיטימציה, לוקים בעיוורון מסוכן למדינותיהם. ❯

מהפכת העיתונות הדיגיטלית

חנוך מרמרי, עיתונאי, עורך "העין השביעית" ולשעבר עורך "הארץ"

באמצע שנות התשעים התפתיתי להאמין, שעד שנת 2000 יקבל כל אדם למחשבו עיתון המותאם לו אישית. היה זה אך מתבקש לרתום את כלי המיון הדיגיטלי ליצירת פרופיל פרטני לכל אדם, כך שחבילת המידע שתגיע לפתחו תסודר לפי תחומי העניין שבחייו. מהפכת המידע קיבלה לרגע כיוון מלהיב אך מדאיג, שאיים להפוך את פני החברה מקהילות מגוונות לפרטים מנותקים.

לא נדרש זמן רב כדי להבין שרעיון הפרסונליזציה אינו אלא הבזק אופנתי, שאינו שונה מן המגיפה קצרת הימים של ה־"second life". מנועי חיפוש עדיין מציעים בניית פרופילים אישיים לקבלת מידע ממוין, אבל איש אינו רואה בכך תחליף לצריכת תקשורת מגוונת. זיק הסקרנות הטבוע בנו מבטיח כי למרות נטייתנו להיאחז בידוע, נקצה תמיד הבהובי קשב לאוושות חדשות.

עד לאחרונה נדמה היה שרשת פייסבוק, המשלבת צורך חברתי בטכנולוגיה זמינה, היא התשובה. אבל גם הרשת שסחפה מיליארדים – תוך שחיקת ערכם של מושגי היסוד "חברות" ו"אהבה" – אינה אלא מקבץ קהילות זעירות והומוגניות. השיח ברשת צפוי, נוטה לרידוד, והחבר'ה הטובים זזים למסיבות שהציוץ בהן חריף יותר. ועכשיו, כשמתברר כי הדור הבא מדיר רגליו מהרשת המזדקנת, פייסבוק מסתמנת כהרפתקת ילדות עולמית שמוצתה.

הדבר הוודאי היחיד שאפשר ללמוד מן התוואי המזגזג שמאחורינו הוא, שאנו בסך־הכול מודדים זהויות מול הראי. ארון הבגדים החברתי־טכנולוגי הולך ומתארך, אבל גופנו ונפשנו נותרים כשהיו.

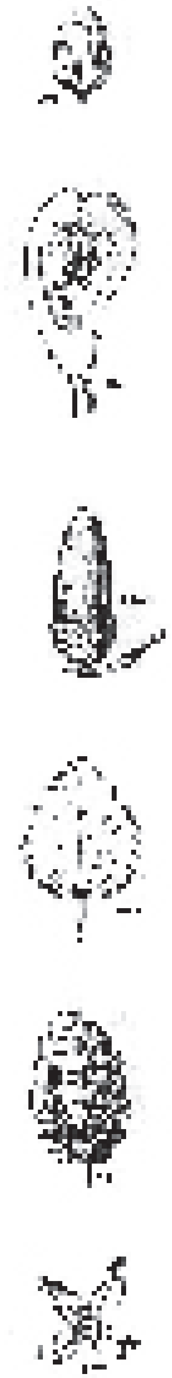
מאמצי ישראל לשלום

פרופ' גליה גולן, פרופסור אמריטה למדעי המדינה באוניברסיטה העברית

במחקר שערכתי בשנים האחרונות על הסכסוך הערבי־ישראלי גיליתי, למרבה כעסי, כי לאחר כיבוש השטחים לישראל היו מספר הזדמנויות ליישב את הסכסוך – ולכולן היא השיבה בשלילה. בקיץ 1967 אני ושכמותי התרוצצנו בגדה המערבית כדי לראותה לפני מסירתה, וחיכינו, כמו שממשלתנו חיכתה, על־פי משה דיין, לטלפון מהערבים. אלא שמתברר כי הטלפון אכן צלצל. ב־2 ביולי 1967 נערכה פגישה עם המלך חוסיין, שהיה מוכן לשלום תמורת החזרת השטחים. אך ישראל לא הייתה מוכנה לוותר על בקעת הירדן ומזרח ירושלים. מתוך 20 חברי הממשלה שהכריעו בסוגיה זו, רק שלושה זיהו את הסכנות הצפויות.

ב־1971, ויותר מכך באביב 1973, הצעות השלום של סאדאת נדחו על־ידי ממשלת ישראל לטובת המשך האחיזה בשטחים. מעבודתו של פרופ' אורי בר־יוסף עולה, כי בפגישה שנערכה באפריל 1973 ביוזמת ראשת הממשלה גולדה מאיר, בעקבות איתותים הן למלחמה והן לשלום מהצד המצרי, אמר השר ישראל גלילי, כי "כל המערכת הזאת [של איומי המלחמה המצריים] היא השתלשלות מהעובדה שאיננו מסכימים לחזור לקו הקודם [...] נקודת המוצא מתחילה בכך, שהם מוכנים לשלום ולמערכת הסכמים וערבויות בינלאומיות וכיוצא בזה – כל זה בתנאי שאנו נסוגים באופן מלא לקו הקודם [...] ישנה אפשרות גם להימנע מכל הפורענות הזאת [סכנת מלחמה], אם אנו מוכנים להיכנס לסדרת דיונים על יסוד החזרה לגבול הקודם". דיין ענה לו: "אני לא הייתי מציע, ישראל, שהדבר יעמוד בממשלה בהקשר לְזה, האם אנחנו מוכנים אפילו להגיע למלחמה ובלבד לא לחזור לקו הירוק".

בפרשנות הנדיבה ביותר, ממשלות ישראל ראו בשטחים פוליסת ביטוח יעילה יותר מהשלום. מלחמת יום כיפור וביקורו של סאדאת בישראל שינו תפיסה זו רק באופן זמני. חשיפתי לממצאים הארכיוניים המראים כי מנהיגי ישראל הונו בעקביות את הציבור באשר לכורח שבסכסוך – גם עד ימינו אנו, עם דחיית יוזמת השלום הערבית ב־2002 – הכאיבה לי מאוד.



מושגים במחשבה הביקורתית

פרופ' עדי אופיר, פילוסוף במכון כהן, אוניברסיטת תל־אביב

לפני כמה שנים שיניתי את דעתי בעניין תפקידם ומקומם של מושגים במחשבה הביקורתית בתחומי הרוח והחברה. קודם סברתי שתפקיד המחשבה הביקורתית הוא לשחזר את ההיסטוריה של מושגים מרכזיים בתרבות, לחשוף ולהציג את ההיסטוריות שלהם, את המקריות שבהיווצרותם ואת גלגולי המשמעות שלהם. האמנתי שבכל מקום שבו מושגים מופיעים כיציבים וברורים, חד־משמעיים בקונוטציה ובדנוטציה שלהם, יש טעם בקריאה מפרקת (דקונסטרוקציה) שתחשוף את חוסר היציבות ואת ריבוי המשמעות, שאי־אפשר לסלקם אלא רק להסתירם או להשכיחם. קריאה כזאת אמורה לאתר את קווי הכוח המושקע בייצוב לכאורה של משמעות המושג, ולפעמים גם ביצירת הילה של משמעות בלתי נדלית המיוחסת לו – כמו שמייחסים לאהבה או לאלוהים, למשל.

בלי לוותר על המאמץ הביקורתי הזה, או להטיל ספק בתוקפו ובערכו, הבנתי לפני כמה שנים שהוא חלקי ובלתי מספק. הבנתי שיש טעם – ואפילו הכרח – לנקוט גם גישה קונסטרוקטיבית כלפי מושגים, לנסות להמציאם או לעצבם מחדש, לבאר ולהגדיר אותם. הבנתי שגם מורי הדקונסטרוקציה, ההיסטוריזציה והביקורת הגניאולוגית עשו זאת, כל אחד בדרכו, במישרין או באופן מוסתר וחמקמק ואפילו מוכחש. בעקבות זאת פיתחתי גישה ניסיונית להגדרת מושגים, שיש בה ממד ספקולטיבי והיא מודעת לכישלונה הבלתי נמנע, שאותו מניחה בצדק התיאוריה הביקורתית. למרות הצפוי לה זוהי גישה המעיזה להציג מושגים כאילו אפשר היה לגדור אותם אחת ולתמיד, לקבע את משמעותם, לכנס את התופעות שהם מציינים, לנתח את המומנטים שהם מכילים, לאתר את המיקום שלהם ברשת המושגים שבה הם ארוגים, וכדומה. זאת מפני שמושגים, כשהם נחשבים כך, הם הכלי בה"א הידיעה של המחשבה, וכישלונם – כשהם מתפרקים תוך כדי הפעלתם או מחמיצים את מה שביקשו לתאר – הוא מה שמדרבן את תנועתה.

הכלכלה המתמטית

פרופ' אביה ספיבק, כלכלן באוניברסיטת בן־גוריון

בראשית דרכי כסטודנט, חוקר ומורה, הייתי מוקסם ממתמטיקה ומהאלגנטיות של משוואות, מודלים והכללות פורמליות. קיבלתי לגמרי את הכללים האסתטיים של מה שכונה אז הכלכלה המתמטית, לפיהם ככל שהמודל אלגנטי יותר, כך הוא גם טוב יותר. ולא הייתי יחיד בדעה זו. דור שלם של תלמידים באוניברסיטה העברית עסקו בצדדים הטכניים של הכלכלה, ופחות במהותה.

השפעות שונות גרמו לשינוי בגישתי: המפגש עם הכלכלה והאקדמיה האמריקאית, שהיא פחות טכנית מהישראלית; החיים בפריפריה הבאר־שבעית, שעימתו אותי עם ההכרה שהפוליטיקה והחברה מעורבות מאוד בכלכלה; ושנות הכלכלה המעשית שעשיתי בבנק ישראל כמשנה לנגיד.

היום אני מחפש את המהות, ואם אפשר, אני מנסה להביע אותה במודל הכי פשוט, בסט של נתונים, או אפילו בסיפור מעניין. דוגמה לכך היא בועה פיננסית – כלומר, עלייה במחיר של סחורה רק בגלל התהליך של עליית המחירים, תוך ניתוק מערכה המהותי. בעברי המתמטי הייתי כותב על הלוח משוואה דיפרנציאלית ומנסה להדביק את הסטודנטים בהתלהבות שלי מכך שהבועה היא אחד הפתרונות האפשריים למשוואה. היום אני מספר את סיפור הצבעונים: מחיר הצבעונים בהולנד של המאה ה־17 עלה ועלה, בתהליך של עליית מחירים שהזין את עצמו, עד שבסופו של דבר, פקעת צבעונים הייתה שוות ערך לאחוזה בגודל בינוני.

אם יש לקח מהמסע האישי שלי, הוא שחייבים להוסיף לניתוח הכלכלי המדויק והמתמטי ידע בהיסטוריה של הכלכלה העולמית והישראלית. לא רק ההוראה, אלא גם המחקר בכלכלה צריך לאפשר התמחויות שמדגישות את הצדדים הפחות פורמליים. ✕

100 מיליארד נוירונים מחפשים מתכנת

פרופ׳ עידן שגב

בתום תחרות בת שלוש שנים בין 26 קבוצות מדענים בחר האיחוד האירופי להשקיע מיליארד יורו במחקר חסר תקדים בהיקפו, המציע גישה חדשה לחקר המוח שכוללת סימולציה ממוחשבת מלאה של המוח האנושי. פרופ׳ עידן שגב, ממובילי הפרויקט, מספר על ההבטחות והאתגרים הטמונים במחקר

ב־28 בינואר 2013 עצרו אלפי מדענים ברחבי העולם את נשימתם בציפייה להכרזה הרשמית של האיחוד האירופי על תוצאות תחרות FET (Future & Emerging Technologies) FLAGSHIP INITIATIVES לקידום פריצות דרך מדעיות־טכנולוגיות. בשלוש השנים שקדמו למועד הזה התמודדו לא פחות מ־26 הצעות למיזמי מחקר על מענק בסך מיליארד יורו ועל הזכייה במעמד של תחום המחקר החשוב ביותר באירופה בעשור הקרוב.

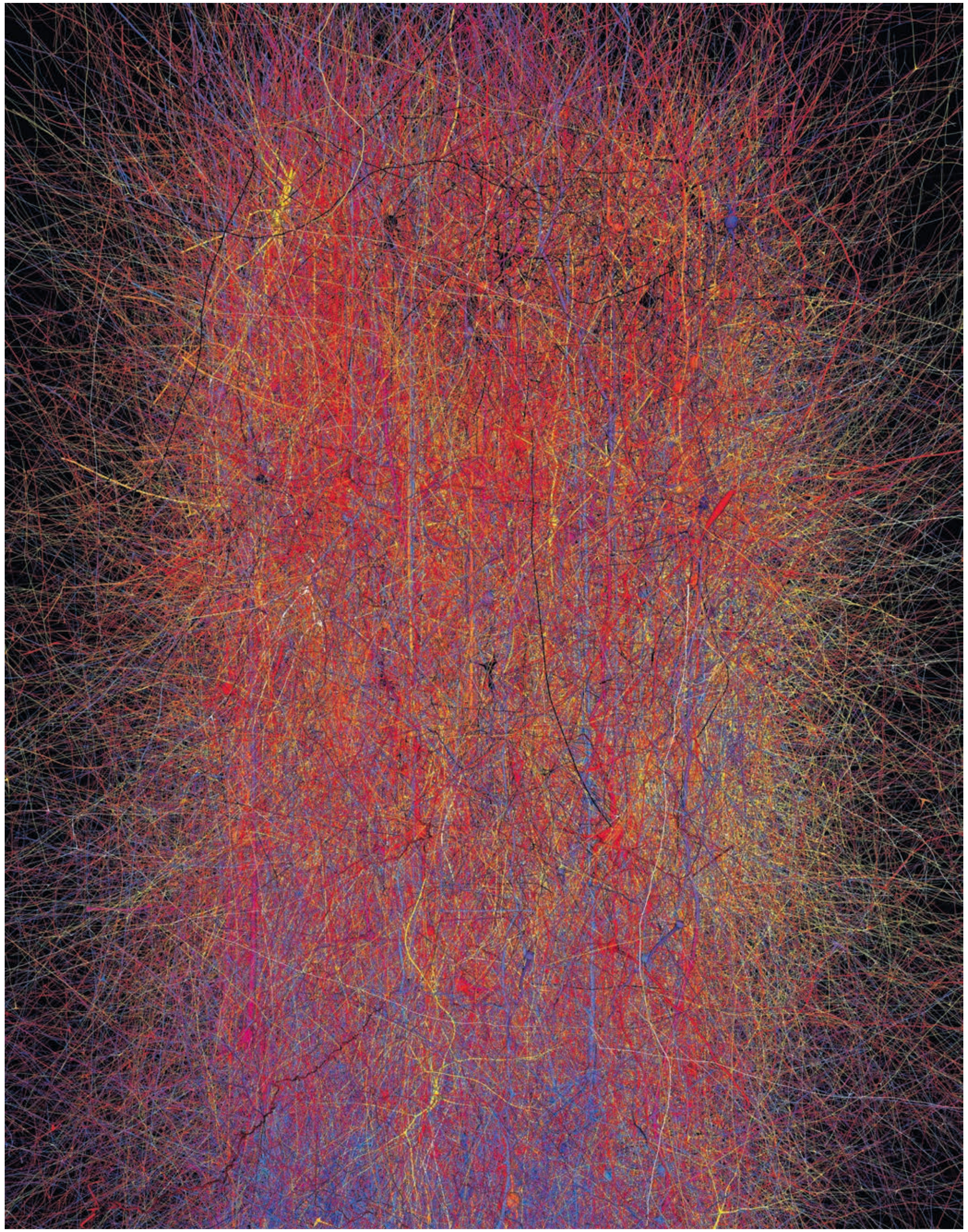
בערבו של אותו היום הכריזה הנציבות האירופית בדרמטיות, כי שני פרויקטים זכו במענק ובכבוד: פרויקט הגרפן (Graphene) הננוטכנולוגי, המתמקד בפיתוח שיטות ליצירת משטחים ננומטריים מוליכים, גמישים וחזקים במיוחד, מחומר הגרפן, עבור יישומים אלקטרוניים, ופרויקט המוח האנושי (Human Brain Project), המתמקד בפיתוח גישה חדשה ורב־תחומית לחקר המוח, בבניית דור מחשבים חדש בהשראת המוח, וכן ביצירת מודל ממוחשב מלא של המוח האנושי.

על מה ההתרגשות? תקציב מחקר שכזה, מיליארד יורו לפרויקט מחקרי, הינו סכום חסר תקדים. כעת מוטלת עלינו, הנמנים עם הצוות המוביל של פרויקט המוח האנושי, המשימה לממש את ההבטחה שעידן חדש אכן החל בחקר המוח.

אירופה נאלצת להוציא כיום סכומים אדירים – כ־80 מיליארד יורו לשנה – על טיפול במחלות מוח. בתוך כך, העלות הגבוהה של פיתוח תרופות למחלות נוירולוגיות ופסיכיאטריות והיעדר הישגים משמעותיים בטיפול במחלות אלה מרפים את ידיהן של חברות התרופות, ורבות מהן עוזבות את התחום. זה הרקע להכרזה כי חוד החנית המדעי בעשור הקרוב באירופה נמצא במדעי המוח, וכי אנחנו – קבוצות חוקרים מאוניברסיטאות שונות ברחבי העולם – במרכז העשייה המרתקת הזאת.

פרויקט המוח האנושי יהיה המחקר המרוכז הגדול ביותר שנערך אי־פעם בתחום זה. הוא משול בחשיבותו המחקרית לפרויקט הגנום האנושי. הפרויקט מציע גישה חדשה, רחבה ומאחדת־תחומים, שמטרתה לפצח את החידה הגדולה: כיצד מרכיביו הפיזיקליים והכימיים של המוח יוצרים, מחד גיסא, את יופיו – הלימוד והרגש, היצירה והמחשבה, ומאידך גיסא – את כל תחלואיו – מחלת הפרקינסון, הסכיזופרניה, הדיכאון ועוד.

כיצד יש לפצח את התעלומות הניצבות מאחורי נפלאות המוח ומחלותיו? לתשובה שאנחנו מציעים פנים רבות. פן מרכזי של הפרויקט, שעד לא מזמן היה נחלת המדע הבדיוני בלבד, הוא בניית סימולציית מחשב מלאה של כל מאה מיליארדי תאי העצב המרכיבים את המוח האנושי, וכל טריליוני החיבורים בין התאים האלה, ברזולוציה של האות החשמלי הבסיסי ביותר שמייצרים תאי העצב – ה״ספייק״ – אשר מְשכו כאלפית השנייה. לפי תפיסתנו, למודל זה תהיה חשיבות מכרעת בהבנת המוח ובטיפול במחלות עצביות.



צילום: EPFL/Blue Brain Project

הדמיית מחשב ריאליסטית של כ־10,000 תאי עצב וכ־100 מיליון הקשרים המחברים ביניהם בעמודה קורטיקלית במוח היונק. הצבע האדום מיצג את הספייקים החשמליים ש״נורו״ ברשת

השורשים הישראליים

את הפרויקט יזם פרופ' הנרי מרקרם, מדען דרום־אפריקאי־ישראלי, שעשה את עבודת הדוקטורט שלו בחקר המוח במכון ויצמן ולפני כעשור עבר למכון הטכנולוגי של לוזאן שבשווייץ. לפרויקט הצטרפו, בנוסף אלי, פרופ' ידין דודאי ממכון ויצמן וד"ר מירה מרכוס מאוניברסיטת תל־אביב בשלב הראשון, ומאוחר יותר ישראלים נוספים.

פרויקט המוח האנושי מעוגן בחזונו ארוך השנים של מרקרם. הוא מציע גישה חדשה לחלוטין לחקר המוח, המבקשת להשלים את העבודה היחידנית והמבודדת של מדענים באמצעות פרויקט קולקטיבי, המבוסס על בניית מסד נתונים מסודר ונגיש לכול. מסד הנתונים אמור לכלול את כל המידע שהצטבר לאורך השנים על המוח, ולשתף קבוצות חוקרים גדולות תחת קורת גג מחקרית אחת.

לפי תפיסתו של מרקרם, לא מספיק לרכז את נתוני המחקרים. יש צורך לבנות, בנוסף, מודל מתמטי לכל אחד מהתהליכים הקשורים בנתונים הללו – הפעילות הכימית (הסינפטית) והפעילות החשמלית (הספייק החשמלי) של תאי העצבים – ולאחד את כל הידע בסימולציית מחשב כוללנית של הרשת העצבית ואף של המוח כולו.

בלוזאן יזם מרקרם, יחד עם שותפיו המקוריים מישראל וממדינות נוספות באירופה, פרויקט מחקר בשם "המוח הכחול", שלימים היווה את התשתית לפרויקט המוח האנושי. במהלך השנים התגבשה סביב מרקרם ופרויקט המוח הכחול קבוצה של עשרות חוקרים, שהאמינו בחזונו ובתעוזתו לעסוק בגדולות.

פרויקט המוח הכחול אכן היה שאפתני, אם כי בהשוואה לפרויקט המוח האנושי הנוכחי, הוא נראה צנוע יחסית. תחילה התמקדנו לא במוח כולו, אלא באזור קטן בקליפת המוח. קליפת המוח המפותלת הזאת, הממוקמת מתחת לגולגולותיהם של יונקים, הינה רקמה שנוצרה בשלב מאוחר יחסית באבולוציה, והיא מאפשרת ליונקים, ואנחנו בתוכם, לממש יכולות קוגניטיביות גבוהות, כמו תכנון, קבלת החלטות, שליטה על תנועה וכו'. אצל בני אדם היא גם אחראית על היבטים יצירתיים ויכולות תקשורת באמצעות השפה.

הרשת העצבית שעליה עבדנו הייתה קליפת המוח של חולדה, שכן יש דמיון רב בין תאי העצב של חולדות ושל בני אדם, וכן בפעילות החשמלית שלהם. למעשה, מרבית התרופות למחלות נוירולוגיות פותחו על חולדות ועכברים.

לקראת סימולציה מלאה

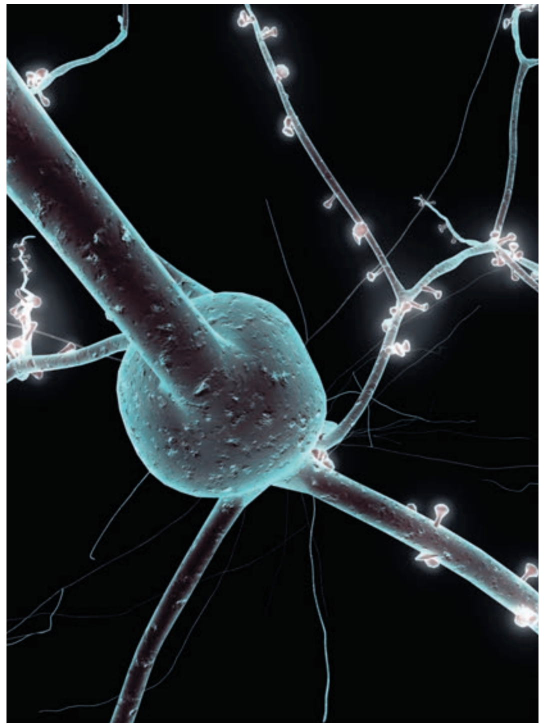
בפרויקט המוח הכחול הנחנו את התשתיות לפרויקט המוח האנושי: לראשונה, יצרנו סימולציית מחשב ריאליסטית של הפעילות העצבית, החשמלית והכימית בקליפת המוח של יונק. התמקדנו ב"עמודה קורטיקלית", שהיא היחידה הבסיסית, מעין קוביית לגו, שממנה מורכבת קליפת המוח. נפח יחידת היסוד הזאת הוא כשני מילימטרים מעוקבים. היא מורכבת מעשרות־אלפי תאי עצב שביניהם כ־100 מיליון קשרים (סינפסות), ואורכם הכולל של הסיבים העצביים בעמודה אחת מגיע לכארבעה קילומטר. בקליפת המוח של האדם יש כמה מאות־אלפים של עמודות כאלה, הנמצאות באזורי המוח האחראים על ראייה, שמיעה, תנועה, תחושה וכד'. כל אחת מהעמודות היא יחידת חישוב מוחית אוניברסלית. למשל, באזור המוח הראייתי של החתול עמודה אחת "ממונה" על חישוב זווית מסוימת (נניח, בת 45 מעלות) בעולם, ועמודה אחרת באזור זה ממונה על זווית שונה (נניח, 60 מעלות). לפיכך, העמודה הקורטיקלית מהווה אתגר מחקרי מעניין וחשוב.

במסגרת פרויקט המוח הכחול רצינו לתאר את הפעילות החשמלית והכימית של כל עשרות סוגי תאי העצבים שבעמודה קורטיקלית באמצעות משוואות מתמטיות. פתרון המשוואות היה אמור לדמות ככל האפשר לפעילות החשמלית והכימית הנצפית ברשת הקורטיקלית הביולוגית. כיום יש בידינו מודל מחשב שכזה, המכיל את רוב הידע על העמודה הקורטיקלית של חולדה, ופעולתו במחשב אכן מדמה בקירוב את הפעילות הנרשמת ברקמה הביולוגית הממשית. המשוואות המתמטיות עוברות שיפור ועידון בהתאם לתצפיות חדשות שמתקבלות במחקרים אמפיריים על רקמות מוח.

אנו מקווים שהמודל הסופי, שיקיף מוח אנושי שלם, ישקף באופן מהימן ומדויק את ההתנהגות החשמלית ברקמה הביולוגית. כיום ניתן לומר שהצלחנו להראות, שהפנטזיה למדל באופן ריאליסטי רשתות גדולות – מאות־אלפי תאים ומאות־מיליוני קשרים סינפטיים – היא בת־ביצוע. ההצלחה הראשונית הזאת שכנעה את האיחוד האירופי להמשיך ולהרחיב את גרעין המחקר של פרויקט המוח הכחול, ולמנף אותו לפרויקט המוח האנושי.

למדל את המחלות

המרכיב החשוב ביותר ביצירת סימולציה מתמטית ממוחשבת של התהליכים העצביים נוגע להבנה ולטיפול במחלות עצביות. המחלות האלה, בין אם מדובר בדיכאון, באפילפסיה או בבעיות שינה, מתבטאות בפעילות חשמלית וכימית לקויה באזורים מסוימים במוח. מרכיבים רבים ברשת העצבית עשויים להתקלקל ולפעול באופן שגוי. כך, למשל, תאי העצב עשויים לאבד את "זהותם" החשמלית הנורמלית ולפעול בקצב לא נכון – באופן אינטנסיבי מדי או באופן לא תדיר. שילוב של תופעות רבות מעין אלה, שבהן סוגים שונים של פעילות מוחית יצאו רק מעט מאיזון, עלול לגרום לביטוי דרמטי של מחלה.



צילום: EPFL/Blue Brain Project

מודל מחשב של תא עצב מקליפת המוח של יונק

פרויקט המוח האנושי יהיה המחקר המרוכז הגדול ביותר שנערך אי־פעם בתחום זה. הוא משול בחשיבותו המחקרית לפרויקט הגנום האנושי

איננו מבינים כיום באופן שלם ולו מחלה עצבית אחת. איננו מבינים מהם המרכיבים המשתבשים במחלות העצביות, ואיננו מבינים כיצד מרכיבים אלה גורמים בפעולתם הקולקטיבית לביטוי המחלות האלה

איננו מבינים כיום באופן שלם ולו מחלה עצבית אחת. איננו מבינים מהם המרכיבים המשתבשים במחלות העצביות, ואיננו מבינים כיצד מרכיבים אלה גורמים בפעולתם הקולקטיבית לביטוי המחלות האלה. כדי להתגבר על האתגר האדיר הזה, בכוונתנו ליצור מודלים ממוחשבים של מחלה מוחית, על כל תסמיניה. הרשת העצבית הממוחשבת תדמה לפעילות העצבית של הרשת העצבית הלקויה. הבנייה והייצוג המתמטי המפורט של הרשת העצבית המעורבת והאחראית למחלה במחשב, יאפשרו לנו להבין את פניה ומרכיביה הרבים של המחלה. מכיוון שבמחשב אנחנו שולטים על מרכיבי הרשת שבנינו, נוכל לבחון כיצד ניתן "לתקן" את המחלה במודל הממוחשב, ובאמצעות כך לפתח גישות ותרופות חדשות לטיפול במוח האנושי החולה. הסימביוזה החדשה הזאת בין המחשב המדמה את המוח הבריא והחולה לבין המוח עצמו, אם תצליח, תביא לפריצת דרך, כך אנחנו מקווים, בטיפול במחלות והפרעות שמקורן במוח, ואולי אף לשכלול יכולותיו.

מטרת פרויקט המוח האנושי היא, בראש ובראשונה, להבין את המנגנונים שבבסיס מחלות עצביות, אך בדרך זו נוכל לשפוך אור גם על מנגנוני המוח הבריא. חלק מהמדענים המשתתפים בפרויקט מצפים, מעבר לחקר הפעילות העצבית החריגה, להגיע לתובנות שנוגעות דווקא להיבטים "נורמליים" של הפעילות המוחית. כך, למשל, החוקר סטניסלס דהן, העומד בראש צוות הקוגניציה של פרויקט המוח האנושי, מתעניין בקשר שבין שפה למוח. לטענתו, אם נוכל ליצור מודל ממוחשב המאפשר לזהות את ייחודה של הרשת העצבית הרלוונטית לשפה בקרב בני אדם, בהשוואה לאותו אזור במוחם של קופים, נוכל אולי להבין מה מאפשר להומו סאפיינס ליצור ייצוגים סמליים, כמו שפה. הבנה שכזו תוביל אותנו מרמת תא העצב דרך הרשת העצבית עד לתוצר המדהים המייחד אותנו, השפה האנושית.

עם זאת, פרויקט המוח האנושי אינו צפוי לספק לנו הבנה שתייתר את הפסיכולוגים, הסוציולוגים והפילוסופים. ייתכן ש"הבעיה הפסיכופיזית" היא בעצמה עוד המצאה של מוחנו המורכב, אך ייתכן גם שלעד ניוותר עם פער בלתי מוסבר בין התיאור המכניסטי של המוח לבין תחושותינו הסובייקטיביות. בכל מקרה, גם כאשר נבין את הבסיס העצבי של כל פעולות המוח, נמשיך לכתוב שירה, ליהנות מתיאטרון ולאהוב.

מאגר ידע משותף למוח

פרויקט המוח האנושי צפוי להתמודד עם אחת הבעיות הקשות של חקר המוח, והיא העובדה המצערת שהנתונים האנטומיים, החשמליים, הכימיים והגנטיים שנאספו במחקרים של המעבדות השונות בעולם, אינם שמורים ברובם באופן מסודר, ואלה השמורים, אינם זמינים לחוקרים בעולם כולו. חוקרי מוח לא השכילו לבנות לאורך השנים מסגרת מאורגנת לאיסוף נתונים על המוח, מרמת הגֵן לרמת התא, הרשת ואזור המוח השלם, ועד לרמת התנהגות החיה והמחלות המוחיות.

משימת הארגון הזאת היא משימה דרמטית, הכרחית וקשה, והיא מהווה נדבך עיקרי בפרויקט המוח האנושי.

כאמור, כבר במסגרת פרויקט המוח הכחול התחלנו לארגן נתונים ברמת העמודה הקורטיקלית, אך מסד הנתונים שיצרנו היה רק הצעד הראשון בדרך ליצירת פלטפורמת העבודה המשותפת שמרקרם דמיין לפני שנים רבות. במרכז פרויקט המוח האנושי יעמוד מסד נתונים שיהווה הרחבה דרמטית של מסד הנתונים הראשוני מבית היוצר של פרויקט המוח הכחול. הוא לא יוגבל לקליפת המוח, אלא יכלול את כל הנתונים והמידע המתקבלים מהאיבר החושב, ויחבר חוקרים ורופאים מרחבי העולם. האתגר שלנו כעת הוא לעודד מדענים לשתף פעולה ולהפוך את מסד הנתונים לאושיה מרכזית בעולם חקר המוח כולו. זאת תהיה הספרייה המרכזית של חוקרי ורופאי המוח, וכולם יתרמו ויקבלו ממנה תרומות בעת ובעונה אחת.

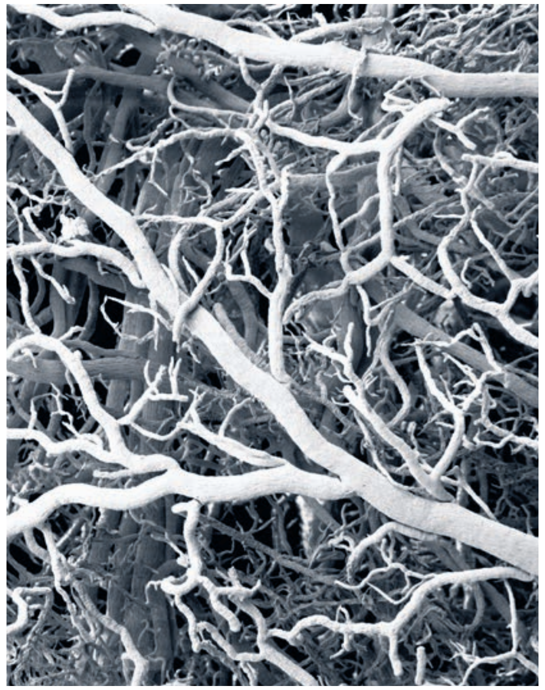
מסד הנתונים הגדול יאפשר לחוקרים להפנות שאלות מדעיות שישפכו אור על עבודתם. כך, למשל, אם חוקרת או חוקר יהיו מעוניינים לברר, האם מספר תאי העצב ברקמה החולה שעליה הם עובדים קטן ממספר תאי העצב ברקמה בריאה, או אם יש בה יותר או פחות קשרים בין־תאיים, מסוג זה או אחר, בהשוואה לרקמה בריאה ממוצעת, הם יוכלו לבדוק זאת באמצעות הפניית שאלה למסד הנתונים, כפי שאנו מחפשים מידע בגוגל.

במסגרת המאמץ להקמת מסד הנתונים יוקם גם מסד נתונים נוסף שחשיבותו רבה, והוא ייוחד למחלות נוירולוגיות ונוירו־פסיכיאטריות.

כיום, אין לבתי־החולים מרכז מסודר האוגר נתונים על המחלה, על האבחון שלה, על התרופות שקיבל החולה, על תוצאות הטיפול. במידה רבה, הידע הזה טמון עדיין במוחם של הרופאים ושמור להם בלבד. לכן בכוונת הפרויקט לארגן את כל הידע הרפואי העצום הזה במחשב, כדי שיהיה נגיש לכלל הרופאים. מסד נתונים כזה יאפשר להם לקבל ולחלוק מידע, לשאול שאלות ולקבל תשובות המבוססות על ניסיונם המצטבר של אלפי רופאים ברחבי העולם.

זוהי, כמובן, משימה תובענית המעלה שאלות רבות. מהו הפורמט הנכון ל"שמירת המחלות" – מהרמה הגנטית העומדת בבסיס המחלה, לרמה התאית והרשתית, ועד לרמת הביטוי ההתנהגותי של המחלה? ואיך בונים מסד נתונים חכם שיאפשר לרופא לקבל "תשובה חכמה", כגון איזה טיפול הוכיח את עצמו בצורה הטובה ביותר מבחינה סטטיסטית?

בעולם הדיגיטלי – עולם "ענן האינפורמטיקה" שבו אנו מצויים, עולם המוצף בנתונים – המשימה "לשמור מחלות" באופן דיגיטלי היא אפשרית ואף הכרחית, אם ברצוננו לספק קפיצות מדרגה בטיפול רפואי מבוסס־מחשבים. ביסוס מסד נתונים חובק עולם על בסיס פרויקט המוח האנושי יאפשר לנו להתקדם לקראת רפואה מותאמת אישית.



צילום: Universidad Politécnica de Madrid

כלי דם במוח חולדה שצולמו במיקרוסקופ אלקטרונים סורק

מכיוון שבמחשב אנחנו שולטים על מרכיבי הרשת העצבית שבנינו, נוכל לבחון כיצד ניתן "לתקן" את המחלה במודל הממוחשב, ובאמצעות כך לפתח גישות ותרופות חדשות לטיפול במוח האנושי החולה

פרויקט המוח האנושי יכלול יצירת מסד נתונים גדול, ובו כל המידע ממחקרי המוח. מסד הנתונים יחבר חוקרים ורופאים מרחבי העולם ויאפשר להם להפנות שאלות מדעיות, שישפכו אור על עבודתם

מחשבים בהשראת המוח

המוח שלנו הוא מכונת חישוב משוכללת, הלומדת ומשתנה בעקבות התנסותנו בעולם. מחשב־העל האנושי, בעל מאה מיליארד ה"מעבדים", הלוא הם תאי העצב, צורך כ־20 ואט בלבד, הספק דומה לזה של נורה חלשה. מכאן, שיכולות עיבוד המידע והתקשורת של המוח עולות ביעילותן על כל הפיתוחים הטכנולוגיים של האדם עד כה. במסגרת מיזם המוח האנושי תלמד קבוצת חוקרים גדולה, שמרוכזת ברובה בגרמניה, כיצד לבנות דור חדש של מחשבים ממוזערים ויעילים מבחינה אנרגטית, הלומדים בעקבות פעולתם – כל זאת בהשראת המוח. כיוון שהמוח הינו ההוכחה בה"א הידיעה לכך שמערכת פיזיקלית יכולה לממש מיליארדי חישובים בשנייה, לעשות זאת ביעילות רבה ולהתנהג היטב בעולם משתנה, שואפים חברי הפרויקט ללמוד מהמוח את ה"פטנטים" שלו, על מנת לייצר טכנולוגיית חישוב מקבילה, חסכונית ולומדת.

למעשה, זהו המחשב שיאפשר לנו לערוך סימולציה מלאה של המוח שלנו; אם ניכשל בזאת – ניכשל ביכולת לבנות מודל ממוחשב שלם של מוח האדם. אך גם אם ניכשל, כבר כיום ביכולתנו למדל חלקי מוח גדולים, וכבר כיום ביכולתנו להבין מחלות מוחיות בדרך חדשה.

הקבוצה הגרמנית תפתח מרכיבי חומרה, שיהוו רפליקות פיזיות של מרכיבים בסיסיים במוח, כמו תאי העצב והחיבורים ביניהם. החומרה הזאת תהיה גמישה כתאי עצב אורגניים במוח, ולכן תשמור על תכונת הפלסטיות המאפיינת את מוחנו, וביום מן הימים תשמש לבניית מחשב רובוט לומד ומתנהג, על בסיס פעילות המוח האנושי.

דעת הביקורת

פרויקט בסדר גודל כזה, על אלפי מדעניו, מעורר בהכרח ויכוחים ומחלוקות בקרב הקהילה המדעית. גם פרויקט הגנום האנושי עורר בזמנו – ואפילו בימים אלה – מהומות ומהלומות, וכך גם מאיץ החלקיקים הגדול בשווייץ.

כלפי פרויקט המוח האנושי עלו, ועדיין עולות, תהיות מסוגים שונים, החל בטענה שזהו בזבוז כסף, דרך חוסר אמון ביכולת הפרויקט להגשים את מטרותיו, וכלה בטענות עמוקות יותר באשר לעצם כיוונו המדעי של הפרויקט.

בכל הנוגע לכסף, על עניין אחד, לפחות, נהיה פטורים מוויכוח, והוא אופן חלוקת המענק, שכן הנציבות האירופית היא הגוף האחראי על חלוקה מבוקרת של התקציבים ופתיחת הפרויקט להשתתפות של קבוצות מחקר חיצוניות באמצעות מכרזים. כמו בכל הגשת תקציב למחקר, ההחלטה מתקבלת על־ידי צוות שופטים בינלאומי שאיננו חלק מהפרויקט.

אבל יש המבקרים את עצם קיומם של מגה־פרויקטים שכאלה. בבסיס הטענה שלהם עומדת ההנחה, שריכוז מוחות רבים וטובים סביב מטרה אחת מקטין את חופש המחשבה של המדען החוקר ומאלץ אותו לחשוב כמו אחרים. ולא רק זאת, טוענים השוללים, ריכוז משאבים בפרויקט אחד גדול בא על חשבון עידוד מגוון של גישות מחקריות אלטרנטיביות, שדווקא אחת מהן עשויה להוביל לפריצת דרך. על־פי טענה זאת, ההישגים המדעיים הגדולים יבואו, כמו במקרים רבים בעבר, מהאיינשטיין הבודד היושב בחדרו, במעבדתו. רק שם, אומרים המבקרים, המדען חופשי להתפרע מחשבתית.

כתשובה אזכיר, שלא ניתן היה להנחית אדם על הירח או לזהות את חלקיק ההיגס בלי עבודת צוות מאומצת של אלפי חוקרים במסגרת פרויקט ממוקד אחד. עוד ניתן לטעון, שפרויקט המוח האנושי מרכז מדענים מדיסציפלינות מחקר שונות שבעבר לא נפגשו. כחוקר מוח, המפגשים שלי עם אנשי חומרה ותוכנה מתוחכמת, אנשי אתיקה ופילוסופיה, אנשי קוגניציה מהמובילים בעולם, רופאים ומפתחי גישות חישוב חדשות, הם בגדר אתגר אינטלקטואלי וביטוי להרחבת גבולות האפשרי. מפגשים מעין אלה משרים תחושה ברורה שהעתיד כבר כאן, ושאנחנו מייצרים אותו במו־מוחנו.

מבקרים אחרים טוענים כי בניית מודל מחשב מפורט המחקה את המוח, אינה הדרך הנכונה להבנתו. לפי טענה זו, הדרך הנכונה היא לפתח, קודם־כול, גישות תיאורטיות מתמטיות כלליות להבנת תהליכים מורכבים, ממש כפי שהפיזיקה עשתה (ובהצלחה) כשטיפלה בתופעות טבע כמו חשמל וגלים או התנהגות חלקיקי יסוד. במילים אחרות, הטענה כאן היא שהתשובה לשאלה כיצד המוח עובד תבוא בעקבות תובנות תיאורטיות – דהיינו, מלמעלה למטה, מהתיאוריה לנתונים התצפיתיים, ולא מלמטה למעלה, מהפרטים להבנה הכוללת. פרויקט המוח האנושי הוא דוגמה מובהקת לגישה המתחילה מלמטה למעלה, שכן זהו פרויקט של הנדוס־לאחור של המוח האנושי. על רקע מחלוקת זו פרשו תיאורטיקנים רבים מהפרויקט.

המבקרים אינם יוצאים נגד עצם חשיבות איסוף הנתונים על המוח בניסויים השונים. המחלוקת היא על הצורך באיחוד הנתונים הללו בסימולציית מחשב מפורטת. באשר למסד הנתונים הגדול, יש הטוענים כי לא ניתן להפריד את הנתונים המחקריים מההקשרים שבהם הם נוצרו, כלומר, הטכנולוגיות שייצרו אותם ושאר התנאים שבהם הם הופקו.

אני מסכים שללא גישות תיאורטיות רחבות־מבט לעולם לא נוכל לומר שהבנו את המוח. כך, למשל, לא נבין איך הרשתית בעין עובדת, אם לא נדע תחילה מהי הפונקציה החישובית של הרשתית, ואם לא נפתח מודל מתמטי מופשט המסביר באופן עקרוני כיצד עשויה רשת של

תאי עצב ברשתית לממש חישוב שכזה. מצד שני, אולי אם "נפרק" את הרשתית למרכיביה ונבנה אותה מחדש במחשב, פרט אחר פרט, חיבור אחר חיבור, עצם התהליך הזה יוביל אותנו לרעיון חדש באשר לדרך שבה הרשתית מחשבת כיוון תנועה? אולי השילוב הזה בין הגישות – מלמעלה למטה ומלמטה למעלה – הוא המספר הזוכה?

חשוב להוסיף שבפרויקט המוח האנושי פועלת קבוצת תיאורטיקנים – מתמטיקאים ופיזיקאים – החושבת מ"גבוה" על ההיבטים העקרוניים שעשויים להסביר היווצרות דינמיקה עצבית של מחלות, של תהליכי למידה וזיכרון, של שפה ושל תפיסה. אלה הם אנשי הקשר המרכזיים בין התא לתופעה, מהגן למחלה.

חשיפה לציבור

הנגיעה המדעית במוח בכלל, ופרויקט המוח האנושי בפרט, מעוררת רתיעה וחשש בקרב הציבור. האם נוכל לקרוא מחשבות ולעשות מניפולציות על המוח? האם נוכל לשמור זיכרונות כמו על דיסק־און־קי, או לשתול זיכרונות כמו בסרטי מדע בדיוני? ומה יקרה אם הרובוט הממוחשב שנבנה ביום מן הימים, יתחיל להרגיש ולפתח רצון עצמאי? אלו הן שאלות שעל חלקן ניתן לענות כבר היום, ועל אחרות מוטל עלינו, כחברה, לחשוב.

הצורך לשתף את החברה בכללותה, לספר לה את סיפור המוח האנושי בצורה נגישה ואמינה, מהווה מרכיב בסיסי בפרויקט המוח האנושי. אחת הדרכים להנגיש את המוח לציבור היא באמצעות המוזיאונים למדע. בכוונתנו להקים במוזיאונים ברחבי אירופה את "פינת המוח האנושי", שבה הקהל יוכל להיחשף לתוצאות הפרויקט. בראש המאמץ הזה עומדת האדריכלית הישראלית מאיה הלוי, מנהלת המוזיאון למדע בירושלים.

החומרים להצגת הפרויקט ולהסברתו יוכנו במרכז בלוזאן, משם הם יישלחו דיגיטלית לכל המוזיאונים באירופה, ולאחר מכן למקומות אחרים בעולם. כל מוזיאון יבחר את הדרך והשפה המתאימות לו, על מנת להציג את הממצאים ולאפשר דיון ומחשבה עליהם. שאלות המבקרים במוזיאונים יועברו למרכז הפרויקט ולמרכזי מחקר אחרים, שם יגיב עליהן צוות מומחים. כך תיווצר תקשורת דו־כיוונית בונה בין קהל המתעניינים לבין החוקרים את המוח האנושי.

זאת, כמובן, רק דרך אחת מבין רבות לספר את הסיפור המדעי של הפרויקט ולהתלבט במשותף לגבי השלכות המחקר על החברה. אחרי הכול, מטרת הפרויקט היא להבין את מוחנו ולשכלל את הטיפול בו – לטובת ציבור הצרכנים, כלומר, כולנו. לציבור הזה שמורה המילה האחרונה באשר לכיוון אליו פנינו מועדות במאה ה־21, המאה של המוח.

אנו ניצבים בתחילתו של פרויקט גדול ודרמטי שייפרש לאורך העשור הקרוב – תוצר של מוחות קודחים רבים החושבים שניתן להבין את המוח, להרחיב את גבולותיו ולרפא את מחלותיו באמצעות הגישה המדעית הרב־תחומית המוצעת. אירופה החליטה להמר הן על הבטוח, כשבחרה את פרויקט הגרפן שכבר החל להוכיח את הפוטנציאל הגלום בו, והן על פרויקט המעורר חששות בצד הבטחות גדולות, כשבחרה בפרויקט המוח האנושי.

זהו ניסיון חדש ואמיץ של האדם להבין את עצמו (קרי, מוחו) בעזרת טכנולוגיות ושיטות תיאורטיות, ובמקביל לפתח טכנולוגיות חדשות בהשראת אותו המוח עצמו. מה מדהים יותר מאשר מערכת פיזיקלית כמו המוח שלנו, שמפתחת מדע, אמנות, פילוסופיה, חווה קשת רחבה של רגשות ומשנה את העולם אל מול עינינו בקצב מואץ? גם הפרויקט הזה ישנה את העתיד. אירופה החליטה לחגוג את המוח, ואנחנו איתה. ×

| בריחת מוחות |

לפני כעשור שנים, לאחר שלפרופ' הנרי מרקרם, אבי פרויקט המוח האנושי, התברר כי בישראל לא יוכל לממש את חזונו, הוא עבר למכון הטכנולוגי של לוזאן שבשווייץ, שם הובטח לו מימון להקמת מרכז לחקר המוח ומחשב־על, שיאפשר בניית מודל מתמטי של פעולת רשתות עצבים גדולות.

זוהי עוד דוגמה לבריחת מוחות מהסוג שאנחנו מרבים לשמוע עליו בשנים האחרונות. אילו השכילה ישראל להפנות משאבים למחקר ופיתוח באקדמיה, סביר להניח שמרקרם היה נשאר איתנו. הוא קשור מאוד למחקר הישראלי ורצה לחיות כאן, אבל מימוש חזונו חייב הקמת קבוצה של עשרות חוקרים והשקעה בטכנולוגיות בשווי עשרות מיליוני דולרים, אבל ישראל אינה ערוכה ואינה יודעת להתמודד עם פרויקט בסדר גודל כזה. המדע בישראל אינו מוכן, גם מבחינה פסיכולוגית, לקחת סיכונים בהיקף שכזה, ומעדיף להשקיע באתגרים קטנים וממוקדים. למרבה הצער, הדבר אינו עולה בקנה אחד עם המגמה הכלל־עולמית. המחקר בעולם פונה לכיוונים חדשים, ועלינו להפנים זאת ולעלות על עגלת הקדמה.

טרמא

איך עברו הזמנים בשדותינו

חיים גורי בן 90 השנה. המשורר, הסופר, איש הפלמ"ח, מדבר על יצירתו, על הוריו, על אלתרמן, על הציונות הקנאית של דורו, על הזרות שמתעוררת בו היום; חוזר אל רגעי החסד בבית־אלפא, גם אל רגעי החרטה בסבסטיה. שלוש פגישות ארוכות עם האיש שכתיבתו עיצבה תודעה של עם

אריאל הירשפלד

המשורר גורי. אייקון ישראלי חסר צד מתנשא

צילום: יוסי זמיר, פלאש 90

Je n'ai rien négligé (Nicolas Poussin)
לא התעלמתי מדבר (ניקולה פוסן)

קשה להגדיר את נוכחותו של גורי בשנתו התשעים. המונחים הרווחים בדבר "מחשבה צלולה" או "מרץ בלתי נדלה", המשמשים את המשתאים על חיוניותם של אנשים בגיל כזה, אינם הולמים אותו, משום שיש בהם גם תו כלשהו של התנשאות. הפליאה היא למעשה על עצם היותו של האדם הזקן במלוא עשתונותיו, ואילו שאלות מכריעות יותר, הנוגעות בתוכן חייו, אינן באות בחשבון הזה כלל. הפוגש את גורי בימים האלה והקורא את שיריו הנכתבים בשנים האחרונות, בחודשים האחרונים ובימים האחרונים, מגלה לא רק אדם שמחשבתו צלולה, זריזה ומכונפת כמימים ימימה, אלא הוא פוגש אדם שהולך הלאה. גורי אינו משמר את מה שהוא היה לפני עשור או דור. הוא הולך הלאה. גורי היום אינו גורי הקודם. "כבר אינני האיש שהיה. אני הוא הבא אחרי,/ המשך משוער לאותן הפנים", הוא כתב לפני עשרים שנה, באחד משיריו הגדולים בעידן המאוחר של יצירתו. אלא שמה שנאמר שם בנימה שיש בה גם טעם של צער ופרידה, מסמן גם דבר אחר ומהותי בהווייתו: היכולת, התשוקה להשתנות באורח מתמיד, הכרוכה ביכולת להיפרד מקליפת ה"אני" הקודמת. וגם בגיל תשעים הוא ממשיך להשתנות ולהתפתח ולהיות משהו שלא היה עוד.

השתנותו של גורי אינה עשויה המרה גמורה. גורי היום מזכיר לא מעט גם את דמותו המוכרת זה מכבר. יש לו מנהגים ומעגלי דיבור אופייניים. כמעט בכל שיחה עימו, אחרי שעה קלה תעלה ציטטה משירת אלתרמן. יש לו לא מעט רעיונות שהפכו בפיו למעין תבניות קבועות שהוא מעלה ומהפך בהן שוב ושוב. יש לו מחוות גוף אופייניות, מודעות היטב לנראוּת שלהן, כיאה למי שידע היטב, מגיל צעיר מאוד, שהוא יפה תואר. (כשבא הצלם, בזמן הראיון, גורי יצא מיד כדי להסתרק בצורה ה"איקונית" שלו.) אבל אי־אפשר לטעות בכך: גורי אינו באמת חוזר על דבריו. הוא אינו תקוע ואינו שוכח דבר. החזרות עשויות כמין ספיראלה: אלה הם מעגלים הנעים סביב משהו הנע תדיר הלאה, והם מלווים אותו, תלויים בו וגם דוחפים אותו. השתנותו דומה אולי לצמיחתו של אקליפטוס: גם כשהוא גדול וזקן קליפתו אינה סדוקה ומסוקסת כשל אלון או אורן, אלא היא דקה ורעננה וקרירה. זאת משום שהוא משיל מדי שנה את קליפתו הנקרעת קרעים־קרעים ונאספת סביבו. גורי משיל מעליו תמיד משהו דק. ולכן הוא עדיין הוא, אבל אחר לגמרי.

קשה עוד יותר לאפיין את דיוקנו הרוחני. המושג "דור תש"ח" המודבק עליו ועל בני דורו, מתאים לו רק בחלקים, מעטים ממה שנדמה. שותפותו בביוגרפיה הדורית ההיא היא עובדה. זה ברור. הוא עוצב במתחים הפוליטיים של היישוב בארץ ישראל בשנות העשרים והשלושים של המאה הקודמת, ומלחמת העולם השנייה הוסיפה כמה אבחות מכריעות לעיצוב הזה, וכמובן – הפלמ"ח ומלחמת השחרור. אבל גורי, בשונה ממרבית בני הדור, פגש משהו מחורבן יהדות אירופה בזמן קרוב מאוד להתרחשות – בנסיעתו כשליח מטעם הפלמ"ח אל שרידי הניצולים במרכז אירופה. הפגישה הזאת לא הייתה רק בגדר תוספת מידע או רעיון לגביו. הפגישה הזאת היא חוויה פורמטיבית ראשונה במעלה בחייו, לא פחות מן הפלמ"ח ועולמו. למעשה, הפגישה הזאת מוטטה את הבלעדיות של מושג הישראליות שבו הוא צמח, והיא מוטטה אותו לפני שהוא התגבש ונקרש. היא מוטטה אותו ומילאה את ה"ישראליות" שלו בתוכן מורכב וקשה, המכיל משהו מן ה"גלותיות" העומדת מנגד לישראליות החדשה. משהו מן הממד המחריד, האפוקליפטי, של המאה ה־20, העומד בסתירה כה גדולה לאווירת התיקון והגאולה של הציונות בעידנה ההרואי ההוא.

יש בגורי גם משהו מ"היוזמתיות הפיראטית" של בני דורו, האופיינית כל־כך לדמותם של משה דיין, עזר ויצמן, אריק שרון ואפילו יצחק רבין. אותה תחושה שהם קרובים לניהול המעשה הציוני במעשיהם וברוחם, וכי הם קרובים למעשה המדינה יותר מן החוק או המינהל הפוליטי המקובל. בגורי יש רק שמץ מזה, לא יותר, ואין בו מן החוצפה הזחוחה של דיין וויצמן ומהמגלומניה ההרואית של אריק שרון. אבל המשהו הזה טבוע בו. הדוגמה הבולטת לכך היא פרשת סבסטיה. הוא מצא עצמו יוצר, או ממציא, נוסחה המאפשרת את ההתנחלות הראשונה בשומרון, בלא שהיה לו כל תפקיד ממשי בניהול המדינה. הוא היה משורר גדול ועיתונאי שטח, והוא היה במקום, והוא היה קרוב באותה קרבה כיתתית למנהיגי המדינה באותם הימים. ההיענות למעשה הזה, שהיא אחד הנושאים המרכזיים שעלו בראיון שלהלן, כרוכה באותה תפיסה עצמית של כמה מבני דור תש"ח (כמה מהם חניכי כדורי), כאילו הם נוגעים בעמודים אשר הבית נכון עליהם ובידם לחזקם או להפילם. התו הזה, "היוזמתיות הפיראטית", אינו עיקר בהווייתו והוא אינו מנחה את גורי, והוא מתבונן בו בעצמו, מאז סבסטיה, בהשתאות שיש בה גם בהלה וחרטה.

וכמובן, מעל הכול, הוא משורר גדול. מגדולי הגדולים בשירה העברית לדורותיה. ובכך טמון היסוד המבדיל אותו מכל בני דורו בממד אחר, ולדבר הזה אין שיעור. אבל גם המושג "משורר גדול" קיבל בידיו צביון אחר, יחיד במינו. ואם הדבר הזה הוא "ישראלי", אזי זה אחד המקומות הבודדים בהם המילה הזאת נוגעת באצילות בלבד. משום שלא כרוב המשוררים ואנשי הרוח ה"איקוניים", גורי חסר לחלוטין אותו צד מסתגר ומתנשא, קפריזי, נרקיסי ומרושע, האופייני כל־כך לאנשי רוח ספרותיים. שמעתי פעם בסלון ספרותי נפוח ויכוח שהיה רציני

"אני רואה מסביבי אנשים נפטרים, בעיקר מהמחלה ההיא. בוא נאמר ככה, אם עברתי כמה צרות וחולאים והתגברתי עליהם והוספתי שנים. מה אפשר לעשות, לא הזהירו אותי שאריכות ימים עוברת דרך הזיקנה"

למדי, על הנושא: "האם יכול להיות משורר גדול ואינטלקטואל רציני שהוא טוב־לב". הדיון הוביל, כמובן, לשאלה – האם ניתן בכלל להעמיד ראייה ביקורתית אמיתית בלי אירוניה בסיסית איתנה, בלי רשעות הכרחית? אינני זוכר אם הייתה מסקנה ברורה לוויכוח ההוא. אבל גורי הוא הוכחה נדירה לקיומו של איש רוח חזק ומשורר חריף, עצמאי ונועז, שהוא אדם חם, נדיב כמעיין, היודע לחייך במקום הראוי לכך ולצחוק צחוק גדול, והוא בעל ענווה שאינה פחותה מן הגאווה המפעמת בו. הוא אינו חסר אירוניה, אלא שהיא אירוניית־פיפיות; היא פונה פנימה והחוצה כאחד. ואולי זו אינה אלא הגדרת החוכמה בלבד?

רבים נחשפו לגדולתו של גורי כמשורר, אך לא כולם מבחינים בתמורה העוברת על שירתו בשנים האחרונות המכונות זיקנה ושיבה. אביא כאן שיר קצר אחד, שאותו כתב בגיל שמונים, הנוגע בקלות ובברק אדיר, דרך משב רוח אחד, בדברים הגדולים:

נֶשֶׁב

והנשב ההוא שהיה.
רק אחר כך ידעו את ההשתנות
לפי העלים שנעו.
קשה היה למדוד את התנועה ההיא.
היא לא הייתה יותר מרעד.
//
רק משהו רמז על משהו בדומייה
וכבר היה חיוך המחכים לעב קטנה,
ככף יד איש,
שתשוב ותעלה מים,
ללא ההרוגים ההם.
משום שבין האורנים מצאנו סימני צינה
וכבר הגיע זמן העננים.

לא אפרש כאן את השיר הזה, אבל אצביע על דבר קטן אחד, שאינו נוגע ישירות ברעיונות שבשיר, אבל הוא חודר אליהם דרך הגוף. והוא העובדה שהקורא נאלץ להגיד את מילותיו הראשונות של השיר בצורה הממחישה בגוף ממש מהו "נשב" (משום ריבוי האות ה'). וכך ברור, עוד לפני כל מחשבה, שהנשב קשור בנשימה ובחיים עצמם.

x x x

קראתי בפני גורי, לפני הכול, את השאלות שאותן אני מבקש לשאול אותו, והראשונה ביניהן הייתה: מהו להיות כמעט בן 90? גורי הנהן ופצח מייד במענה ארוך שהלך והתפתל בנופים גדלים והולכים, אך נשאר מחובר היטב לשאלה, או למעשה, לשאלות כולן. השאלות שנגעו במשמעות הארץ לגביו, בחרטות שלו, בדמויות מרכזיות בחייו, הפכו בדיבורו לדבר אחד גדול. המשפטים הארוכים, התחביר המורכב, הקפיצות האסוציאטיביות, כולם נשמרו כאן כצורתם. הערות־אגב של גורי הובאו בסוגריים רגילים. הערות שלי השייכות לגוף הדיבור, הובאו בסוגריים מרובעים.

x x x

"להיות כמעט בן 90... קודם־כול, זו הפתעה גמורה בשבילי. משום מה, בימי נעורי דיברו על הזיקנה כדבר המתחיל בגיל 70. היום [גורי מיישיר להרף־עין מבט מבודח] 70 זה הגדנ"ע. על 35 נאמר בשיר שלי – 'זו מחצית חיי'. והנה, אחרי ה־70 עברו עוד 20 שנה. בסתיו, בתשרי הבא, אהיה בן 90. רוב חברי, אני לא מדבר על אלה שאבדו במוות הרועש של המלחמות, אלא במחלות ובזמן העובר, מיטב חברי מהדור שלי, דור 48', כבר שוכני עפר. אני לא העליתי בדעתי שאגיע לגיל הזה. וגם לא כל הזמן הייתי הכי בריא בעולם. [והוא מוסיף במין דרך־אגב, שברור שהיא העיקר:] היו כל מיני... באחד השירים שאני עכשיו עובד עליו, שהוא המשכו של 'דפים מספר הצוואות', כתוב: *גם מחלות שונות ומשונות פוקדות אותך בינתיים,/ מהן שאין קוראים אותן בשמן המפורש המתחרז עם תן או עם בוסתן או עם סולטן*".

וצחוק גדול מתגלגל בחדר. גורי צוחק. אני צוחק. בבת־אחת, דווקא באמצעות הצחוק הזה, הורגשה כניסתם של הדברים החמורים אל החדר. החרוז המפתיע, שכבר הפך לציטטה, איפשר גם את נוכחותו של המחריד. גורי המשיך, נותן לכובד ולעייפות לחדור אל קולו:

"אני יכול לומר שבתחום אחד אני לא מרגיש כישלון או פיחות: זה התחום הרוחני. ואני יכול לציין [וכאן נמסך דוק של גאווה בקולו:] יש לי זיכרון טוב מאוד לטקסטים, ולא פעם אני מפתיע את הקהל, מלבד חברי הקרובים שכבר מכירים את זה, בקריאה בעל־פה של שירים של משוררים שונים, לאו דווקא שלי.

"לפני שנתיים שאלתי מישהי שחוקרת את המוח: למה אני שוכח שמות עכשיו? זה מאוד מטריד אותי, פתאום לשכוח שם [והוא ממחיש

"כשהייתי כבן 13, פרצו מאורעות תרצ"ו שהחלו ב'יום הדמים' ביפו. 18 יהודים נרצחו. פתאום התברר שכל חיי אני במרוץ שליחים: הדורות מוסרים את הרובה דור לדור והארץ ממשיכה לדמם"

זאת בסצנה], והשכחה נוגעת גם בשמות שחקני קולנוע. פעם אחת חצי יום ניסינו להיזכר, ופתאום צעקנו: 'המפרי בוגרט!!' ואז היא אמרה לי: 'אל תהיה מוטרד מזה, גורי, זה תחום אחר במוח'".

ואז עלה לראשונה שמו של אלתרמן בשיחה הזאת. כי מי שמכיר את גורי יודע, שעצם הדיבור שלו, כמעט כנשימה, קשור בזיכרון דמותו של אלתרמן. זיכרון מכריע כקיום עצמו. וכאן, כאסוציאציה הקשורה במוח: "ואלתרמן, שהכיר את פרופ' אשכנזי, שהיה מגדולי מנתחי המוח בשעתו, אמר משפט יפה: 'מה שהאדם יודע על מוחו, זה מה שיודע קצף הגלים על מצולות הים'".

גורי נוטל את המקטרת, אבל אינו מעשן כרגע. היא מהווה מעין כלי נוסף בדיבור: "אני לא יכול לומר שאני מרגיש פיחות. להפך: קרה לי משהו טוב בעשר-חמש־עשרה השנים האחרונות. כמה מחברי הקרובים שכתבו עלי או דיברו איתי, אמרו לי ש'לקראת הזיקנה התגלו כוחות שהיו חבויים בך'. [גורי כמו מוכיח את הדבר:] הספר 'עיבל' זכה להרבה שבחים, ודווקא מהדור הצעיר. הספר הקשה הזה דיבר אל לבו! [גורי מישיר מבט:] אבל הצד הפיזי הוא של זיקנה. פה אנו עולים חמישים ושלוש מדרגות פעמיים־שלוש ביום, אבל אני כבר רגיל לזה, אבל אני נזכר שפעם, בימי 'מבצע עובדה', בדרך לאילת לקראת 'דגל הדיו', עלינו מעלה תלול עמוסי תחמושת ונשק לעבר ראס־אל־נאקב (עין נטפים), והלך לידי בחור בן 30, חבר קיבוץ מעוז חיים שהיה איש הפיקוד, ואמר: 'גורי, דחילקום, 20 זה לא 30'. הוא היה בן 30. ואני אומר... 90 זה לא 80. אני רואה מסביבי אנשים נפטרים, בעיקר מהמחלה ההיא. בוא נאמר ככה, עברתי כמה צרות וחולאים והתגברתי עליהם והוספתי שנים. אבל מה אפשר לעשות, לא הזהירו אותי שאריכות ימים עוברת דרך הזיקנה".

עכשיו בא תורה של המקטרת, על כל דקדוקיה, לומר שבא תורה של הנינוחות, אבל היא קשורה היטב בשאלה בדבר הזיקנה: "מה שאני כן יודע... שאלה אותי פעם בחורה אחת – מה המרכיבים העיקריים בכתיבת השירה? אני יודע שני דברים: תשוקה ושיפוט. ללא תשוקה אל תחזיק עט ביד, אך אם לתשוקה לא מתלווה שיפוט, תיזהר! אתה יכול לכתוב שטויות. אתה לא מודע למעשיך. זה מה שקרה לי בתקופה הראשונה של התגלות הכתיבה, כשכתבתי את 'פרחי אש' [ופתאום מדלג פנימה "אגב" נוסף ומלא גאווה:] שנקנה באלפי עותקים ב־1949. זה היה תוך כדי ולאחר המלחמה! [והוא שב מיד לענייננו:] היום הייתי כותב אותו אחרת. זאת אומרת, אתה יותר מודע לעצמך. זה נורא חשוב. אני יושב שעות וימים ואומר: 'איך כתבת את זה?' [הטון שבדברו את זה מכיל פליאה בעיקר, לא בושה].

"הצטבר ניסיון חיים, שהוא ארוך מאוד. בינתיים קראתי עוד שירה, ועוד דברים על שירה. גם שנת הלימודים בסורבון בפריז עשתה את שלה. 'שושנת רוחות' היה ספר המִפנה, ספר הבגרות. עברו חיים שלמים, ועודני כותב ומתנסה בחוויות שלא ידעתי אותן קודם. [ופתאום צץ שוב "עיבל":] אני לא אשכח את זה: כשהופיע הספר 'עיבל', שהתקבל בהערכה ובהתרגשות על־ידי קוראים רבים, אחד מחברי, חבר מעין חרוד שכתב ביקורת מצוינת על 'מאוחרים', לא סבל את 'עיבל' וראה בספר, לא עלינו, ספר פוסט־ציוני. [גורי מחייך ומסביר:] ואז כמה מדריכים בוגרים מתלמידיו ב'הנוער העובד' באו אלי לדו־קרב. שלושים איש בחולצות כחולות ושרוך אדום! ואני קראתי לעזרה, מלבד את עליקה כמובן [עליזה גורי], את מנחם [ברינקר] ואת זאביק רז. ישבנו בירושלים והם ציפו ממני שאהיה המשורר המנחם והמעודד, ופתאום קיבלו ספר שהוא לא קל. ["לא קל" נאמר באיטיות מחמירה] ואז אמרה אחת מהן: 'רצחו את רבין לפני 15 שנה, שינו את החיים, יש כאן פער מעמדי בלתי נסבל, ועל זה אתה בא ונותן לנו את 'עיבל'? במקום להיות המנחם?' ואז מנחם ברינקר התערב ואמר משפט נפלא: 'השירה באה מהמכאיב ומן ההיעדר'. [גורי אומר את המשפט הזה באיטיות ובעומק רב, והוא מוסיף לו מיד פירוש משלו, שרק כשקראתי את הדברים ראיתי כמה הוא מפתיע ואישי:] אתה כותב ממה שאין לך וממה שאתה כמה אליו. [והוא חוזר אל המקטרת ואל המושג "ניסיון חיים":] יש איזו תחושה של גאווה, על יצירות שהיו טובות בעיני, ויחד עם זה, ככל שאתה מתקרב לגיל 90 אתה עורך את החשבונות הקשים שבחייך: היכן נכשלת, מה פיקששת ובמה פישלת. ויש בסיפור שלי גם את הפרקים האלה, והם גם מופיעים בשירה, וצריך להיות חכם בכדי לגלות אותם, אבל לא הכול נאמר. [הוא מסייג ועובר פתאום לממד אחר של הדברים:] אך עם זה, מה שקשה לי לקראת ה־90 זה שהסביבה השתנתה בצורה כזאת, שלפעמים אני תוהה אם זאת הארץ בה נולדתי ושבה עברו חיי. ואפילו ירושלים, שהיא העיר המאמצת שלי (הרי נולדתי בתל־אביב), משתנה. פתאום יש מקומות שאני לא יכול ללכת אליהם. אנחנו היינו באים עם הבנות שלנו להקפות במאה שערים והתקבלנו מאוד יפה. היום אני לא אעז לחשוב על להיכנס לשם. כל העניין של הזהות לא הניח לי: מי אתה? מה משמעות הישראליות שלך? היהודיות שבך? התרבות שגדלת עליה? [והוא עוצר פתאום. המקטרת כבתה מכבר. תנועת היד האוחזת בה נעצרת בתנועת השאלה, ופתאום, כמו התגלה עיקר אחר הכרוך בשאלת הזהות שנגע בה:] והרבה חרטות. אני כן חושב עוד בגלגול הזה, למרות שכתבתי על כך הרבה לעיתונות, לספר מפסגת שנותי את סיפור סבסטיה. זה מטריד אותי. את סיפור ארץ ישראל

השלמה. את זה שאלתרמן מת בודד ומר נפש כשהוא מגן על המתרס הזה לאחר שתלמידיו עזבו מזמן".

אני מביט בו בשאלה. גורי נסער.

"למה חשוב לי עניין החרטה? כי אמי, עליה השלום, בספר 'אמרות' אומרת [הספר "דרך ומקדש – אמרות", מאת גילה גורי, אמו של חיים גורי:] 'ההבדל בין אדם לאדם: במספר רגעי החרטה שבו'. [ובמעבר אסו־ציאטיבי מעניין] והפחד של הקיום הישראלי: הארץ ממשיכה לדמם.

"מאז ילדותי בתל־אביב. כשהייתי בן שש היו מאורעות תרפ"ט והרצח בחברון. כשהייתי כבן 13, פרצו מאורעות תרצ"ו שהחלו ב'יום הדמים' ביפו. 18 יהודים נרצחו. פתאום התברר שכל חיי אני במרוץ שליחים: הדורות מוסרים את הרובה דור לדור והארץ ממשיכה לדמם. וההרגשה הזאת שאני שייך לדור שגילה את כוחו בשל שני דברים: היותנו מותקפים, חוסר הברירה ותחושת הצדק שפיעמה בנו, והיום אני נמצא מול אומה שסועה במחלוקת שאין לה מרפא, ועם סכסוך שלא ניתן לקידום כלשהו בחברה כזאת. [כלומר – כמצבה עכשיו] זה עם שלא יכול, לא לצאת למלחמה ולא לעשות שלום. זאת אומרת, הצד הפוליטי מטריד אותי יותר מאשר..."

הטלפון מצלצל. קוטע את הדיבור ואת חוט המחשבה. אבל משׁשבנו לשיחה גורי המשיך בדיוק במקום בו עצר: "אני יותר ויותר מוטרד עכשיו, כי אני רואה שהחברה הישראלית שסועת מחלוקת. כבר מאז תחילת מלחמת לבנון, מלחמת שולל, וההרגשה שאתה לא יכול לצאת למלחמה בלי שעם שלם מחויב לה ותומך בה. ושם התחיל הקרע ונמשך". [ופתאום תפנית, כאילו הטרדה המטלטלת מחייבת מעין עוגן לקיום:]

"ומצד אחר, יש המון סיפוק: המשפחה שלי, הבנות, לא יכולתי לצפות לטובות מהן. וכן, כמובן, רעייתי. אז... לא הכול משתנה, אבל הדברים נראים אחרת מהתצפית הזו".

x x x

אני שואל: **מהם זיכרונות הילדות המלווים אותך עד היום?**

גורי פותח מיד ומגולל דברים סדורים ברהיטות גמורה. ברור שחלקם נאמרו כבר בהזדמנויות שונות והפכו למעין סיפור, אבל ברור לא־פחות שהסיפור חי מחדש בכל פעם, וכי הפעם הוא נאמר בדיוק מן הרגע הרוחש בבוקר הזה בלבד: "תראה, אני יליד תל־אביב. נולדתי בכ"ט בתשרי תרפ"ט. הורי באו באונייה 'רוסלן' שפתחה את העלייה השלישית. הם באו עם עברית מושלמת, הלוואי עלי העברית של אבא שלי. בנוסף לעברית המדוברת היו לו כל המעמקים של המקרא והמדרשים והתפילות, למרות שהם היו אנשים חילוניים לגמרי.

"אמא סיימה בהצטיינות סמינר לגננות באודסה, אצל יחיאל הלפרין (אביו של המשורר יונתן רטוש). לא זכור לי שדיברו ביניהם אי־פעם שפה נוספת (להסתיר מהילדים), לא יידיש ולא רוסית. רק עברית. זו הייתה חילוניות גמורה. עד כדי כך, שאפילו לא היו חגים במשפחתנו. לא זכור לי שהיינו יושבים סביב שולחן עם מפה לבנה או פמוטים. לא היה דבר כזה. על מחוזות הולדתה נהגה לומר: 'מה שהיה שם – זה יוון מצולה'.

"אמא כתבה: 'אין חגים קבועים לנפש'. לא ערכו לי בר־מצוה. החילון היה מוחלט. הם היו צמחוניים ואחר־כך עברו לטבעונות, ואחד הדברים שמלווים את חיי, לך אני אומר את זה וגם לקורא, שיר המפתח להבנת המקרה של חיים גורי: 'אני מלחמת אזרחים'".

הכוונה לשיר "מלחמת אזרחים", מתוך "שושנת רוחות", 1960:

אני מלחמת אזרחים
ומחציתי יורה את אחרוניה
אל קירות המנוצחים.

בית־דין־שדה,
העובד במשמרות,
ושם אורות לא דועכים.

ושם הצודקים יורים ביתר הצודקים.

ואחר־כך בא שקט
מצורף מעייפות וחשכות ותרמילים ריקים.

אני לילה בעיר פרזות
לכל דכפין.

"חיים בתוך סתירות. וזה התחיל מילדות, לחיות בתוך מערכת סתירות, מצבים אמביוולנטיים שיכולים להיות סיבה להרס נפשי או סיבה להתעצמות ועושר נפשי. הם היו פציפיסטים, שניהם. אני בתור נער מתבגר הלכתי לפלמ"ח, שהיה ארגון צבאי. גרנו בצריף בשכונת נורדיה, במקום שבו מתנשא כבר עשרות שנים דיזנגוף סנטר. נולדתי בנחלת בנימין, את זה אני לא זוכר, כמובן, אבל אני זוכר את הים, הוא כל הזמן חוזר אלי. המון חולות, דיונות, עיר נבנית, גמלים שסוחבים שקי מלט, בתים נוטפי מים. מצד אחד עולם שחרב, ומצד שני עולם שעומד בבניינו. ואבא היה עובד בוועד הפועל של ההסתדרות, מהבוקר ועד מאוחר בלילה. הוא לא לקח אגורה שחוקה על מאמרים שפרסם. 'אמי הייתה חולה מרחמים יומם ולילה' [זו ציטטה משיר של גורי]. 'אבי היה צדיק גדול לצערי' [גם זו ציטטה משיר]. אני רואה את עצמי כפושע ליד אבא שלי. הביטוי הכי חריף לגנאי שהיה לאבא שלי: 'חבר הכנסת

סנה נהג שלא בהגינות׳. [וגורי מטעים:] לא לנהוג בהגינות זה לא – יא מניאק...

"הורי היו קשורים זה בזה, אך לא זכורים לי חזיונות של אהבה; אבא שחוזר ונופלים על צווארו ונושקים לו. לא זכורה לי תמונה של אינטימיות. הייתה פוריטניות, עם המון כבוד הדדי. אמא הייתה מתוסכלת שלא ידעה לשיר ולכן לא יכלה להיות גננת. היא קנתה מנדולינה ולימדה את עצמה לנגן. המאבק הזה שלה הרג אותי, כי הוא לא צלח בידה; היא הייתה מנסה לשיר, וזה היה נשמע כמו דקלום. יום אחד היא שמה את המנדולינה בתוך הספה (הייתה לנו ספה נפתחת שבה היינו שמים דברים), ויום אחד באו החברים, הילדים קפצו על הספה, והמנדולינה התנפצה והמיתרים נקרעו.

"רק בגיל 60 היא התחילה לכתוב את ה׳אמרות׳ הללו, ואבא דאג לפרסם אותן בספר בשם ׳דרך ומקדש׳, שזכה לתגובות נלהבות של שמעון הלקין, הוגו ברגמן, נתן אלתרמן, ש. שלום ושופמן, ואולי ממנה נחלתי את שירי.

"היא הייתה מסדרת את הבית לפעמים רק בלילה. ארוחות כמעט שלא היו: ׳חיימקה, תיקח לך עגבנייה׳. ואני הייתי הולך לחנות וקונה לקרדה ולחם. אין לי שום זיכרון של ׳המרק של אמא׳, ׳המאכל של אמא׳, אתה יודע, בנוסח: ׳אני אוהב את המסעדה הזו, כי זה מזכיר לי את האוכל של אמא׳. לא היה דבר כזה.

"למדתי בבית־החינוך לילדי העובדים: בית־ספר של יום לימודים ארוך ברוח ערכי תנועת העבודה. אחותי הבכורה הייתה בכיתה עם יצחק רבין. ושם, מילדות, קלטתי מסרים רוחניים גדולים של ציונות קנאית קיצונית רדיקלית וסוציאליזם משיחי אמיתי של תיקון האדם בחברת הצדק. היה לנו מורה בשם זאב אהרון, שכתב שיר יוצא מן הכלל שמבטא תרבות חילונית: ׳אנו נושאים לפידים׳ [וגורי שר את השיר בקולו הצרוד, אך בלי זיוף אחד, בפתוס ילדי, בלחנו הנודע של מרדכי זעירא:]

אנו נושאים לפידים,
בלילות אפלים,
זורחים השבילים מתחת רגלינו,
ומי אשר לב לו,
הצמא לאור,
ישא את עיניו ולבו אלינו,
לאור ויבוא!
נס לא קרה לנו,
פך שמן לא מצאנו...

"יום אחד אני הולך ברחוב הגשר בתל־אביב ורואה אדם מגודל לבוש שינל מעודפי הצבא הבריטי, חגור ברובה ציד, הולך, והלכתי אחריו כמכושף. אחר־כך נודע לי שזה היה הצייר חיים אתר (אפותייקר), חבר עין חרוד. רציתי להיות בעמק. למה כל־כך רציתי להיות בעמק? פסיכולוגים יגידו שלא היה קל בבית. אני לא זוכר מריבות ולא צלחות נשברות ולא ניאופים. הייתי יותר מאושר אם אבא היה יותר קל־דעת והיה לוקח אותי לים או לוקח אותי ׳שק־קמח׳. לא הייתה בו החמימות האגרסיבית הנהדרת הזו שילד זוכר מאבא שלו. אבל כשהיינו הולכים לטייל הוא היה נותן לי אצבע שלו, ואני הייתי מחזיק בה. אבל הצער של אמא כנראה השפיע עלי. זה חוזר הרבה בשירים. כתבתי עליה המון, גם בפרוזה וגם בשירה. אבל הדבר היותר קשה שהיה משמעותי עבורי: הם היו שניהם ציונים קנאים אך שנאו אלימות. אם אבא היה חי, הוא היה היום במחנה היונים שביונים. ואני כותב [ב"עם השירה והזמן – דפים מאוטוביוגרפיה ספרותית", 2008] את הסיפור הזה, שאמא יצאה פעם וראתה רוכל ערבי שאנשי ׳האיגוד לתוצרת עברית׳ הפכו לו את ארגזי הירקות, והיא החלה אוספת את הסחורה המידרדרת, האדומה והירוקה, ולא חדלה לבכות ואמרה: ׳העולם הזה הוא לא בשבילי׳.

"מראש לא קיבלתי בבית מסר חד־משמעי ש׳זו האמת׳, אלא של נפש הנקרעת בין ההפכים. ׳הצודקים יותר יורים ביותר הצודקים׳. ואני יכול לומר שזה מלווה אותי עד עכשיו. [ובלי כל אתנחתה:] אני זוכר את החולות והים. גם בתור איש ירושלים אני חוזר הרבה מאוד אל הים. אני זוכר: פעם, לפנות ערב, אכלנו עם נתן זך ביום הולדתו במסעדה ׳הזקן והים׳ ביפו, והשמש האדימה ושקעה והוא אמר: ׳אין מחזה יפה יותר׳. אני קורא לזה ׳התוגה הפנתיאיסטית׳.

x x x

"אני שאלתי את אבא: מה זה חיים גורפינקל? זה נשמע לי חסר כל פשר. הוא ענה לי: זה סוג של אבן חן. אז קראתי לעצמי חיים יהלום. והמשכתי עם השם הזה. בגיל 10, כשהגעתי למחנה קיץ של בני הקיבוץ בקריית־ענבים, נשאלתי לשמי ועניתי: חיים. ומשפחה? יהלום. יהלום? [גורי מציג את התמיהה שהקיפה אותו, ומצטט את התגובה:] יהלום בתחת!

[מן הצחוק המתגלגל הוא עובר פתאום לרצינות:] "יש פה דבר שאני מספר לך: אתה הראשון שנותן לזה פומבי, אך הגיע הזמן לספר את זה, זה סיפור כל־כך משמעותי בחיי: במחנה הזה נסענו לים המלח והמשכנו לנחל ארנון בגדה המזרחית של ים המלח, ושמה הייתה בריכה גדולה סביב מעיין ואני לא ידעתי לשחות. שאלו: ׳מי יודע לשחות?׳ אמרתי שאני יודע. וקפצתי למים וטבעתי. פשוט טבעתי. עוד כמה שניות – גורי לא היה בעולם. [אתנחתה דרמטית] פתאום תופסים אותי בשיער ומושים אותי למעלה. ילדה בת גילי מדגניה (הרי ילדי דגניה הם

שחיינים מגיל שלוש), שמה היה בָּיָה, הבת של יוסף ברץ. לה אני חב את חיי. אחר־כך הייתי שחיין מצוין, אבל בחיי זה היה משמעותי".

x x x

המקטרת. גורי אינו שוכח שהוא בעיצומה של רשימה: רשימת הזיכרונות המלווים אותו כל חייו, והוא חוזר אליה בקפדנות: "מילדות אני זוכר את הריב עם הערבים, מאורעות תרפ"ט. פתאום, באמצע הילדות, הערבי הוא האויב. (׳אל תלך ליפו׳ הוא אחד הקטעים האהובים עלי, שהופיע ב׳הספר המשוגע׳: המשיכה אל המזרח, אל הסימטאות, אל הריחות של התפוזים והדגים. לדבר הזה היה גם קסם ארוטי מופלא.) והאימה הזו, של הפגיונות והדגלים הירוקים וה׳ג׳מעא אל־איסלאמייה׳, החמאס של התקופה ההיא. ושוב אתה חי בתוך זיכרון של התמונה הזו, של העגלה הדוהרת צפונה בלי העגלון. את העגלון הרגו, וזו חוויה שמלווה אותי לאורך כל הדרך, המלחמות והסכסוך.

"על הקיר של מועדון ׳הנוער העובד׳ שהיה באותו צריף שבו היה בית־החינוך לילדי העובדים שבו למדתי, היו סיסמאות, סיסמאות ענק: ׳אל תאמר מחר נגאל, שמא נאחר את המועד׳. גאולה עכשיו! או ׳רק בשם החיים הולכים בני העבודה למות׳ (סירקין?) [אכן, סירקין], ׳ארור האומר מחבוא׳ של י"ח ברנר [מתוך "הוא אמר לה"], ופסוק נהדר של לסל, הסוציאליסט היהודי־גרמני: ׳אתם הסלע שעליו ייבנה מקדש העתיד׳. בבית־הספר שרנו את השירים הציוניים והסוציאליסטיים. האחד במאי זה היה חג ממש. עבדנו עם המורים, קראנו למורים בשמותיהם. הם לא הענישו, חברת הילדים מינתה בית־משפט והיו נשפטים בפניה. מחנכנו היה זאב אהרון, משורר ולימים קצין חינוך ראשי של צה"ל. הוא חיבר שיר שנקרא ׳ידיים׳. [גורי מדקלם את השיר בדיוק, ולא רק אירוניה מפעמת בדקלום:]

ידיים אחת ושתיים/ ידיים עובדות בעיר/ עובדות בכפר/ חוצבות בסלע/ בונות אוניות באוויר ובים/ בונות את העולם, היום/ חג לידיים וכעץ השולח ענפיו לשמים/ נישאות אל על מיליון הידיים – ידי העמל/ ומאדם לאדם ומעם לעם שלוחה היד וכל העולם עם אחד.

"ומנגד, משמרות מחאה למען העבודה העברית שגדולי הסופרים השתתפו בהן (ביניהם שלונסקי, שכינה את הפרדסנים ׳רואי המולדת בנקב בגרוש׳), בפתחי הפרדסים שהעבידו בהם את הערבים. והשיר הזה: *׳חבריה חבריה, מה נעשה בלי עבודה?/ ...בפתח תקוה ערבים/ בנס ציונה בדואים/ וביקב – השומרים בני האיכרים׳*. בעודך מדבר על ׳אחוות עמים׳ ו׳פועלי כל הארצות התאחדו׳ ו׳כל העולם עם אחד והיד מושטת׳, היו משמרות העבודה העברית. כלומר, מילדות כבר קיימת ההוויה הזו של חיים בסתירות, והחיים לא פותרים אותן. הם רק מוסיפים עליהן".

וכאן בא רצף שצריך היה בוודאי לערוך ולסדר כסדרו, אבל דווקא צורתו הזורמת מגלה משהו, ואני מותירו כצורתו:

"יסוד הסתירות מלווה אותי מילדות עד שיבה. משה שמיר, שמאוד אהבתי כחבר, כשהיה סטליניסט, היה סטליניסט; כשהייתה ׳התְחִיָה׳, הוא היה ׳התְחִיָה׳. הוא היה ימינה מ׳חרות׳. אמרתי לו, ׳משה, אתה עשוי רק מסימני קריאה, אני עשוי גם מסימני שאלה׳. אני מודה שאולי, אם הייתי בוחר, הלוואי והייתי עשוי מסימני קריאה, אבל אז אולי לא הייתי כותב מילה. וראינו מה עשו האידיאות המוחלטות: הן החריבו את העולם. ומה עשו הדתות המונותיאיסטיות? עם הג׳יהאד והצלבנים והשנאות והמוחלט הזה?"

"פסיכולוגים יגידו שלא היה קל בבית. אני לא זוכר מריבות ולא צלחות נשברות ולא ניאופים. הייתי יותר מאושר אם אבא היה יותר קל־דעת והיה לוקח אותי לים או לוקח אותי 'שק־קמח'. לא הייתה בו החמימות האגרסיבית הנהדרת הזו שילד זוכר מאבא שלו"

ואני שואל: **למה עזבת את הבית?**

"למה עזבתי את הבית? הורי לא התגרשו וחיו בהבנה, אבל היו לי מריבות עם אחותי. קנאות בין אחים. כשהייתי בן שנתיים, [עליזה גורי, שהצטרפה בינתיים, מעירה: מה פתאום? היית יותר קטן, בן פחות משנה] נכון, בן פחות משנה, אחותי לקחה את העגלה והורידה את הידית עד הרצפה ואמרה לאמי: ׳די! הפלתי את בנך׳. ואמא, מבוהלת, רצה. [גורי מושיט את זרועותיו, ממחיז את הסצנה] והיות והייתי ארוז בתוך העגלה הזו היטב עם הסדינים – נשארתי בחיים, אחרת חיים [במלעיל] היה נגמר".

עליזה גורי: "תגיד לו איך חנה הייתה מקניטה אותך".

גורי: "זאת נקודה. טוב שאת פה. [היא צוחקת] אני רציתי להיות פועל, וכבר בתור ילד קניתי נעלי עבודה עם מסמרים בשביל להיות איכר או פועל בניין, כי ההימנון של בית־הספר שלנו היה: ׳כולנו חבר פועלים׳. וזה היה האידיאל. והיא, אחותי, בדרך הטבע קינאה בי, באה ה׳צוציק׳, אז היא אמרה: [וגורי מחקה דיבור ילדי מתריס] ׳אתה אף פעם בחיים לא תהיה פועל. אתה תהיה בעל בית־חרושת!׳ [גורי צוחק וכולם איתו, ובתוך הצחוק הוא מוסיף:] ואמא הייתה אומרת, שאז היו שומעים את צעקותי עד לב השמים. מי רוצה להיות פועל היום? התאילנדים, הערבים, הרומנים... בקיצור, איפה הייתי?" ‹

– בלמה עזבת את הבית...

"רציתי להיות בבית־אלפא. זה היה מיקום החלום... ולא הייתה ברירה והגעתי לבית־אלפא. זהו פרק שלא ידוע בחיי. הייתי שלוש שנים ילד־חוץ, והייתי די מאושר שם, וכבר בגיל 13־14 חיברתי שירי הווי של הכיתה. לא היה כסף לצאת למחנה של 'השומר הצעיר', אז הצעתי שנעבוד אצל המושבניקים בכפר יחזקאל: הבנות תתפורנה ארנקים. [ציטטה מאחד השירים הראשונים:] *'בקן בית־אלפא התפשטה שמועה מרה,/ מצבנו נורא נורא/ התקציב מאוד רזה,/ מה תאמרו לעסק זה,/ זה נורא נורא נורא./ אולי נעבוד בכפר יחזקאל אצל המושבניקים/ ואנו, נפתח פה בית־חרושת לנעליים ותיקים'.*

"והייתה לזה מנגינה. אז הייתי בקן וחיברתי דברים מהסוג הזה. עוד לא שירה. אבל כבר זכרתי בעל־פה שירים. יש שירים שקראתי אותם בגיל 11 ב'דבר לילדים', שעד היום אני זוכר אותם. כאותו שיר: *כל הלילה יורים ויורים ואפילו אמא חדלה לבכות...* זה היה קשור באירועי וינה דאז. בפברואר 1934 פרצה בוינה ההתנגשות הגדולה בין המיליציה של הסוציאל־דמוקרטים (השוצבונד) לשלטון, והקנצלר הקתולי הימני דולפוס דיכא אותה באכזריות. [וגורי מעיר אגב כך:] תל־אביב מעולם לא הייתה פרובינציאלית, היא הייתה עיר פתוחה לכל סערות התקופה, לכל סוגי הארכיטקטורה והמוזיקה... זיכרון זה מלווה אותי עד היום. והיה שיר אחד, ואולי דרך הראיון הזה זה יגיע [אל פתרונו]. אני פונה לכל מי שיכול אולי לאשר או להכחיש: בבית־אלפא היו המון הצגות, מקהלות מדברות, והיה שיר אחד שאני זוכר עד היום, שאמרו לי שזה של אברהם חלפי. אבל חלפי התגלה כמשורר של הבדידות והיגון האישי, והשיר הוא שיר פלקטי שמתאים למקהלות המדברות:

צועדים כפופי השכם,/ רעבי עמל ולחם,/ ופניהם כפני הנחושת,/ טרם זמן הזקינו הם/ מובטלים מבית־חרושת/ מי אשר לחמם יקנם/ ולאן לאיזה אופק?/ תמו כל האופקים/ בני עמל חייכם תופת/

ואסמיכם ריקים/ לא לכם שרביט השפע,/ לא לכם זהב קלל/ הדלות חרבה שולפת/ בערים של העמל/ צועדים כפופי השכם/ רעבי עמל ולחם/ ופניהם שחורים משחור,/ אלה הם בוני הדור,/ לא לנצח הבונים,/ כך ישחירו הפנים/ יום יבוא בהיר משחר,/ כן, אחים, יומכם היום./ רק לצעוד, ולכת ככה/ וללחום, ללחום, ללחום!//

x x x

לאחר אתנחתה קצרה הוא עובר למה שרוחש בתוך השירה הזאת: למתחים הפוליטיים של אותם ימים בקיבוצים: "התחילו משפטי הראווה במוסקבה, וראיתי פתאום איך המשיחיות האדומה, שהייתה ציונית ולא קומוניסטית ברובה המכריע, נשברת. ברית־המועצות שיחקה תפקיד עצום! ופתאום – משפטי הראווה, השמדת מנהיגי המהפכה, משפטי השקר האלה! בבית־אלפא אנשים נשברו ממש, השתגעו ממש, לא רצו להאמין.

"הייתי ילד פוליטי מאוד. הייתי רץ לכל האסיפות. ופעם, באחד במאי שהתרחש ב־36' שלאחר הרצח ביפו שהיה ב־19 באפריל, פחות משבועיים לפניו, התאספו כולם בחדר האוכל של בית־אלפא, כולל אנשי חפציבה. והיה חם מאוד. צפוף. החבר'ה עם הקסקטים והבנות עם מטפחות הראש. ופתאום עולה על הבמה אחד מ'פועלי ציון שמאל והחוגים המרקסיסטיים' ונושא נאום, והוא אומר: 'לא 'אל־ג'מעא אל־איסלאמייה' (שם של עיתון של החוסיינים) ולא 'פלסטין' (עיתון נוצרי) אשמים במאורעות, אלא 'דבר' ו'הפועל הצעיר'!' הוא גרם למהומת אלוהים: אחד מבית־אלפא זינק מהבמה ותפס אותו בצווארו וקרא: 'מצח אישה זונה! אתה לא תדבר כאן!' ואז איזו סוניה אחת צעקה: 'אם הוא לא ידבר פה, אף אחד לא ידבר פה!' והמטפלות ראו את זה ואמרו: 'ילדים, החוצה!' אמרתי: 'לא רוצה!' חיזיון כזה! ילד עירוני... [וכאן באה כניסתו המכריעה של אלתרמן אל חייו של גורי:]

"כשהגעתי לגיל 15, כבר לא ילדות, זו נערות, בא אלי חבר, ספי, ואמר לי – 'חיימקה, הגיע הזמן שתקרא משהו טוב'. הוא היה מעין אפוטרופוס רוחני שלי, אף שהיה בן גילי. והוא הוציא את 'כוכבים בחוץ' של אלתרמן. ואני מתחיל לדפדף, ואריאל, אחז בי כישוף. ואני מדפדף:

הנה הזגוגית שמה צלול משמותינו
ומי בקיפאון הרהורה יעבור?
על קו מפתנה, כעל סף נשמתנו,
הרעש נפרד מן האור... ["שדרות בגשם", מתוך "כוכבים בחוץ"]

"ופתאום... לא ביאליק ולא טשרניחובסקי, שפה אחרת בכלל. שירה אחרת. אז גם גיליתי את 'אבני בוהו' של שלונסקי, ואת 'חופה שחורה' [רטוש]. אבל התחלתי ב'כוכבים בחוץ'. 'חיוך ראשון', השיר הזה, שאני מודה שעד היום הזה, בערוב ימי, עדיין לא פענחתי אותו. מי זאת אותה את? שיר של שבועת אהבה עם היראה מפניה, עם חטא השכחה:

ראיתי – את יוצאת מן הזווית,
כולם הלכו ואת נותרת בחשכה,
להקפיאני בידייך הקרות

"במקום 'ללטפני בידייך החמות'... כל השירה הזאת, שהייתה סתומה, היה בה קסם כישופי ממש. התברר שזה היה משורר של דור שלם. [גורי עוצר ומבודד את המשפט הבא:] זאת הייתה התגלות.

"כשאני חושב על לגדול בארץ שחברו בה אמונה ללא גבול, שירים, מי כמוך יודע? שירים משגעים היו. ה'הורה' הזאת, ריקוד היחד. איך לא נשאר זכר ממנו?! היום רוקדים אחד מול השני, או אחד לעצמו מתנועע. היו אינספור שירים של הורה ושירי חלוצים ושירי אדמה שהיו כה מקודשים, עד שהפכו להיות בשורה אוניברסלית.

"אם אבא היה חי, הוא היה היום במחנה היונים שביונים. ואני כותב שאמא יצאה פעם וראתה רוכל ערבי שאנשי 'האיגוד לתוצרת עברית' הפכו לו את ארגזי הירקות, והיא החלה אוספת את הסחורה המידרדרת, האדומה והירוקה, ולא חדלה לבכות ואמרה: 'העולם הזה הוא לא בשבילי'"

ממרומים ברכה יורדת,/ פרי צומח בשממה, עם מצא את המולדת, שב אדם לאדמה...

[גורי ואישתו מנסים להיזכר... פתאום הוא ממשיך ומדקלם:] *'ים של תכלת הרקיע, אי כוכב האגדה, הכוכב עמל כפיים, כל כוכבנו עבודה, לשוויון אדם בחלד, לגאולת עולם חטאת, לא יולד לקרב עוד ילד, וכל חרב תכותת...'*

"שלום עולמי אוניברסלי, שיבוא בשל שובו של עם ישראל לעבודת האדמה. זאת הייתה רוח הדת של אותם ימים, הרי לא גדלתי בבית דתי, אך החוויה הזו הייתה חוויה אמיתית של אמונה. זו הציונות במלוא תפארתה ותמימותה. וכבר היו אז המאורעות ושפיכות הדמים וההפגנות והקומוניסטים. והיו כבר מכות עם הבית"רים. היום אלה ויכוחים פוליטיים, אז היו הולכים מכות. פעם הייתי בחיפה באסיפה של הרביזיוניסטים, והיה שם ד"ר פון וייזל אחד, שהיה קצין תותחנים בצבא הגרמני (פגשתי אותו ב־48' בסיני כקצין ארטילריה). בעת ההיא הרביזיוניסטים היו מצדיעים במועל־יד והיו אומרים 'תל חי', והיו להם מדים חומים. ואז קרא אחד מאיתנו וידית של טורייה בידו – 'טלפון', שהיה הצופן לפעולה. וזו הייתה קריאת הקרב והתחילה המהומה. שברו שם עצמות...

x x x

"גדלתי בחברה מפולגת תרתי משמע. כלומר, גם הפילוג בתוך השמאל – בית־אלפא התפלגה, ולימים כל יישובי הקיבוץ המאוחד. אני גדלתי במתח פוליטי עד נקודת שריפה, ובמערכת סתירות הכי קשה שיכולה להיות, בצד האמונה בצדקת הדרך, מסירות ושירה שליוותה את כל זה.

"בשירה העברית של העלייה השלישית הייתה תופעה של חילון המקודש וקדושת החולין. לדוגמה, שלונסקי כתב:

בצריף העץ כבמקדש אלוה
אמרו תהילים רגליים שיכורות.

"אני הייתי בלב החולין. רק לאט לאט התחלתי לתפוס את צידו של המקודש, והשירה הפכה להיות קשורה יותר בסמלים תנ"כיים, מדרשיים, שירת ספרד ותפילות. אך ילדותי הייתה של חילון גמור. הייתי שייך למחנה שברא לו את דת העבודה! כשאבא שלה [של עליזה] נפטר בערב יום הכיפורים החלטנו לצום, והמשכנו בנוהג זה לאורך השנים. כעבור שנה הלכתי בערב יום הכיפורים ל[בית־הכנסת] 'ישורון' וישבתי ליד חברי הטוב, פרופ' עזרא פליישר. למחרת, בעיתון 'הארץ', היה כתוב: 'בין המתפללים נכח גם המשורר חיים גורי עטוף טלית ומתייחד עם קונו...' והתגובה בעיתון 'על המשמר' מה הייתה? – 'צבוע שכמותו'.

"כשעזרא פליישר הגיב על ההתקפה הוא אמר: 'לא נורא, תחשוב שאתה קומוניסט איטלקי שבא לבקר את חברו הקתולי בכנסייה'. המשכתי ללכת לבית־הכנסת 'ישורון' ולשבת לצידו של עזרא פליישר שנים רבות, עד פטירתו. נחשפה לפני הוויה ספרותית תרבותית, שעם השנים הלכה וחדרה לשירתי המאוחרת.

"לאה גולדברג אמרה שהשיר הלירי היפה ביותר בשירתנו הוא: "פתח לנו שער בעת נעילת שער כי פנה היום..." (מתוך תפילת "נעילה")

x x x

– מהי ארץ ישראל לגביך?

"אני יליד תל־אביב, והנוף הראשון שנחשפתי אליו כילד היה הים והחולות. הים חוזר אלי כל הזמן. אך רוב חיי אני חי בירושלים, כאן נולדו בנותי ומשפחתי. גם בבוא יומי אני... אבל הנוף הזה של הים והחולות הוא הנוף שלי. אני זוכר צריפים, ראשית הבנייה, גמלים. ליד שכונת נורדיה היו עוברות שיירות של גמלים ועדרי צאן. לאט לאט הנוף התרחב עם טיולי בית־הספר באקלימה ונופה של הארץ. ארץ ישראל, יש בה שתי עונות עיקריות: הקיץ והחורף. והאביב הוא קצר. קצר עד כאב. כתבתי: '*על ניסן נושק השלוליות, מכה בכורו של השרב הבא עלינו...*' בבתי־ספר הקדישו זמן רב לטיולים, לקחו תנ"ך (לא ראו סרט באוטובוס, והאוטובוסים לא היו ממוזגים...). אני זוכר שהיו 'אגודות המשוטטים' ותמיד היה רשום: להביא שמיכה ותנ"ך. ברושי ווילנאי היו מורי הדרך. חלק מהתנ"ך הגיע אלינו מהטיולים האלה, ויותר ויותר נוצר הקשר, שהוא גם נופי וגם היסטורי־תנ"כי. אבל מה קורה פה? הנוף הזה הוא גם נוף ערבי – הכפרים, החושות, הטאבונים, ההדרים. היו שני נופים שכנים זה לזה, שהיו במידה רבה עוינים זה לזה. וכך זה מהילדות: מאורעות תרפ"ט, יולי 29'. והארץ הייתה גם שלהם! ופה מתחיל היסוד שחוזר אצלי לאורך כל הדרך: המזרח שקוסם ומכשף לו, מושך... האטרקטיביות העצומה של הנופים האלה ושל הסימטאות האלה והריחות האלה, בצד הדגלים הירוקים, דרשות ההסתה במסגדים. והרגימה והאלימות

החוזרת ונשנית. אז כבר פרצו המאורעות, ובינתיים נשרפו שדות, והוויכוח הפוליטי הרס את האנשים, והארץ הייתה טעונת עשן בלילות, ואנשים שרצים עם עגלות מלאות חביות מים ושקים רטובים. ועשן שחור יומם, ובלילות שמים אדומים.

"אני חושב שאי־אפשר להפריד בין הנוף הזה, המיוחד, נוף הזיתים, התאנים, השקמים והסלעים, לבין הטקסטים על הנופים האלה. יש אלפי שירי אהבה לארץ, *'אדמה אדמה את מקור הנחמה/ את אימנו אדמה,/ אם אדמה, אדמת כל חי'*. היה סרט "זאת היא הארץ" [סרטו של ברוך אגדתי, על־פי תסריט של אביגדור המאירי] על תל־אביב. *מן העיר מן הכרך,/ מבתי החומה,/ קום חלוץ, קום וברח,/ אל הכפר, לקבוצה לקיבוץ,/ אל אמך אל האדמה.../ אדמה זה שם של אמא, אדמה*. זו שטיפת מוח! אבל הסבך הזה של ארץ חבויה. וכל המסתורין של יצחק וישמעאל היו קשורים בזה. אני לעולם לא אשכח שביום חמסין הגענו לפאתי צפת וחטפנו מטר אבנים. [והוא מוסיף בהטעמה מרתקת:] האינטימיות של האבן הרוגמת.

"טשרניחובסקי כתב זאת בכמה קווים עדינים וחסכניים:

הוי ארצי מולדתי!
הר טרשים קירח.
עדר עֶלְפֶּה: שה וגדי.
זהב הדר שמח.

מנזרים, גל, מצבה,
כיפות־טיט על בית.
מושבה לא־נושבה,
זית אצל זית...

"מדוע זה מלווה אותי כל הזמן? כשאומרים 'ארץ אבות' וכשאומרים 'היסטוריה של עם', זאת לא סיסמה. זו מהות. מה שטשרניחובסקי עשה ב'בשמים עיט', קולט את הצד הזה של האימה והקסם, והתכלת, האור. אבל הצד הזה של העיט, של הסכנה; אין לי יכולת לפענח כאדם חילוני כמה המיתוס של שני האחים יצחק וישמעאל משחק בחיינו! זה חודר לעצמות... זה ישנו, הריב שלא תם.

"הארץ הייתה גם החיים הפוליטיים. האש הייתה מתלבה בכל פעם בסיבוב רציחות ותגובה. הייתה הטפה רבה לגבי הצדק שלנו

"למה עזבתי את הבית? הורי לא התגרשו וחיו בהבנה, אבל היו לי מריבות עם אחותי. קנאות בין אחים. כשהייתי בן פחות משנה אחותי לקחה את העגלה והורידה את הידית עד הרצפה ואמרה לאמי: 'די! הפלתי את בנך"

מול החלק שאמר – כן, אבל הם גרו פה ולקחנו להם. התערובת של נוף והיסטוריה, של איזו הזדהות מוחלטת עם איזו קריאת תיגר נמשכת שהולכת ומתגלגלת מדור לדור. אבל הארץ שאהבתי אותה כל־כך, ארץ התנ"ך, והרצף הזה של הקסם, של הבנייה הצלבנית והתורכית והערבית, הכפרים. החלה תנופת הבניין של הבתים המרובעים והשיכונים האינסופיים הזרים לנוף. אולי התנופה ענתה על צורך, אבל... ואני בן הארץ לדורותיה, מה אתם עושים לה? אין לכם איזה בוס אחראי שיגיד שלא עושים כך? שפה מתחשבים בנוף? אולי זה היה הכרח – אותה בנייה שונה לחלוטין?

"לא בכדי השיר הראשון שפרסמתי באוקטובר 1945 אצל שלונסקי [ב"משמר"], שיר הליכה מצפון לדרום בדרך האבות, נוף מולדתך, *אילן בשיבתו, פס ירק, בור המים, ריח העטרן וריח התיישים*. בסביבות נבי סמואל [מתגלה המראֶה:] *כבדות מאפירות חומות ירושלים, השמש מודלקה בנחושת הצלבים*. לא אשכח שהופיע השיר הזה: לפנות בוקר הלכתי (אני מאוד אוהב את השעה הזאת בכל עיר בעולם), ואז אני מוצא את העיתון 'משמר', ופתאום אני רואה את עצמי מבחוץ, והוא שינה שורה שלמה!"

– שלונסקי?

"שלונסקי. טוב, אני מבין למה הוא עשה את זה. אני אומר למורים לספרות ואף למורים ללשון: תזהירו את התלמידים שלכם מפני החריזה הבנאלית 'בחורות יפות רבות רואות רכבות עוברות'. אני כתבתי: 'כבדות מאפירות חומות ירושלים', השמש מודלקת בנחושת הצלבים', והוא שינה את זה ל'מול כובד אפרכן חומות ירושלים'... מצד התוכן יש בזה משהו, אבל הוא מאבד את כל ה'כובד'! והוא עשה זאת בלי להגיד מילה! טוב, ללאה גולדברג הוא שינה ספרים שלמים...

"המולדת – זה היה הכול! התנ"ך והקשר לאדמה והחלוציות. וזו הייתה אהבה מקודשת. אני חושב שהחישול של זה נעשה בתנועות הנוער, הן היו כולן 'הגשמה'. במקום לנסוע לביירות לאוניברסיטה או להרווארד, גאוני הדור הלכו לשטוף אדמת מלחה בבית־הערבה. 'הגשמה או קריירה!' זה כפה על אנשים אמונות, ומי שלא הגשים היה מבוזה על־ידי חבריו. היום לעזוב את הארץ יותר קל מלעזוב את 'התנועה'. אז הארץ הייתה היחד של האדם ושל הנופים".

x x x

– איך אתה רואה היום את חלקך בחתימה על אמנת "ארץ ישראל השלמה"?

"פה אתה נוגע בכאב: הבעיה הזו היא כרונית בחיי מגיל 14. תראה, ב־38' הייתה ועדת פיל שהציעה את חלוקת הארץ. כבר היה המרד הערבי והיה היטלר, ואז פרץ בתנועה הציונית ויכוח סוער: ברל כצנלסון וטבנקין והקיבוץ המאוחד ברובו היו נגד בן־גוריון. בלבי הייתי איש 'המחנות העולים', ואז פורסמה ב'מחנות העולים' חוברת חשובה להבנת הנושא: 'בבריתך' (זהו סיפור הברית בין הארץ לבין העם העברי), ובה התנגדות מוחלטת לתכנית החלוקה. במגילת היסוד של קיבוץ מעוז, שהיא שילוב מרתק בין רדיקליזם ציוני לבין חוויה סוציאליסטית עמוקה, [נפרש] חזון ארץ ישראל משני עברי הירדן, המסתיים במילים: 'עוד יקום האדם העובד ובנה את ביתו בעולם של אחווה וחירות. יהיו ידינו וידי ילדינו עסוקות במלאכה תמיד'. וזה נכתב שנה לפני פרוץ מלחמת העולם השנייה. לימים יכתוב יוסי שריד: 'הרב כהנא שואב את שיקוי טירופו ממעיינות הקיבוץ המאוחד'.

"פרצה מלחמת ששת הימים. אני הייתי אז מ"פ מילואים בירושלים, בגזרה משמואל הנביא ועד בית־הקברות סנהדריה. משעה עשר בבוקר היינו נתונים לאש מקלעים ומרגמות של הלגיון הירדני. היו לנו נפגעים. אחר־כך הופגזה ירושלים המערבית. לקראת חצות הופיעו הצנחנים. הם פרצו את ג'ונגל התַיל והמוקשים שהתעצם במשך תשע־עשרה שנים, הם כבשו את בית־הספר לשוטרים ולחמו בקרב דמים אכזרי ורב אבדות על פני גבעת התחמושת. אנחנו נשארנו עם הרוגי הלגיון הערבי. קברנו את ההרוגים קבורה ארעית. מייק רונן (קריקטוריסט של 'ידיעות אחרונות') שאל אותי – 'מה לכתוב על הקברים?' אמרתי לו – כתוב: Here are buried brave Jordanian soldiers. שמנו שלט ותקענו רובה אמריקאי וזה נשאר אחרינו.

"המשכנו לרמאללה, ופה מתחיל הסיפור הכל־כך משמעותי בחיי. אנחנו נוסעים בדרך, וריח הניצחון באוויר. כלי רכב מרוטשים וחלונות מוגפים ודגלים לבנים על הגגות, והכול ריק. אני חוזר על זה כל הזמן, כי זה הסיפור... עומדת אישה ערבייה לבושה בגדי פלאחית, שמלה שחורה, והדבר היחיד שעומד על הדרך זו האישה הזאת ולידה עוברות שיירות הצבא. היא עמדה שם ולא זזה כי היא הייתה בהלם. לי היא הייתה מטאפורה. תמיד האישה הזאת, חוזרת בזירות שונות, כולל מלחמת לבנון. היא פה. היא עומדת. ואני כותב במילים שנכתבו אז ברגע ההוא:

והיא כאומרת: אני הבעיה שלכם, אתם לא תוכלו להשתחרר ממני.

"הגענו לרמאללה... החביתות בבניין המשטרה הנטוש עוד היו חמות! נערכנו שם, היו כבר עקבות של ביזה! ברמאללה לא הייתה ביזה של סוכר וחלבה, אלא של שעונים ורכוש. ואני אמרתי לחיילים שלי, 'מי מכם שיראה שלקחתי ולו שרוך נעל, יכול לצאת ולשדוד את כל העיר. אך אם מישהו יעז לגעת ברכוש כלשהו, הוא יועמד למשפט צבאי'. ואז מופיע פתאום קצין חדש בפלוגה, והוא נוהג בפז'ו. ואני אומר לו: 'גדי, מאין השגת את זה? מה אנחנו, צבא של גנבים? מאין לקחת את זה?' והוא הראה לי את הווילה [שממנה נלקח הרכב]. נסעתי עם הסגן שלי. זו הייתה משפחת ברמקי, משפחה נוצרית עשירה. יצאה המשפחה: האב, האם, הבן והכלה שהייתה בהריון. ואני בחיי לא ראיתי חיוורון כזה. אנחנו היינו חמושים. ד"ר גבי ברמקי, הבן, למד בקנדה צרפתית וכימיה ולימים היה גם דיקאן באוניברסיטת ביר־זית. אמרתי להם: 'אל תדאגו, איש לא יגע בכם', והוספתי שלקחו את הרכב לרישום ומחר הם יקבלו אותו, ולאט לאט הצבע חזר לפניהם. אמרתי: 'ליתר ביטחון – תוריד גלגל אחד ותחנה אותו בחצר', והוא אמר לי, 'אישתי צריכה ללדת כל דקה, מה יהיה?' אמרתי לו, 'תכין דגל לבן, ואני אצייד אותך בתו־תנועה לכל המחסומים לתת לכם לעבור'.

"ואז מופיע פתאום קצין חדש בפלוגה, והוא נוהג בפז'ו. ואני אומר לו: 'גדי, מאין השגת את זה? מה אנחנו, צבא של גנבים? מאין לקחת את זה?' והוא הראה לי את הווילה. זו הייתה משפחת ברמקי, משפחה נוצרית עשירה. יצאה המשפחה: האב, האם, הבן והכלה שהייתה בהריון. ואני בחיי לא ראיתי חיוורון כזה"

וכך היה. בספרו של ד"ר ברמקי, 'התנגדות לא אלימה' (שפורסם באנגלית), הוא תמה, איך זה – מחסומי צה"ל נענים לצו של משורר?

"ואז קיבלנו פקודה לנסוע לאל־עזריה, דרך יריחו. יוני, חום אימים, ולאורך הדרך מיריחו, במעלה, אלפי ערבים, נשים ילדים וזקנים, הולכים ברגל. לא יכולתי לראות את המחזה הזה. היו לנו מכוניות שלל. העלינו את הילדים, הנשים והזקנים, נתנו להם מים וסוכריות. הדבר הגיע לצ'יץ', שהיה מפקד ירושלים, והוא אמר, 'טוב מאוד, לא באתי לממש פה את ועידת ואנזֶה'. הגענו לאל־עזריה, והממשות של הפגישה עם עם אחר [גורי מטעים את המילה "אחר" כלומד אותה, שוב, מחדש], לא דרך השירה והספרות, אלא המפגש הממשי. הרי ברמאללה היו ערבים שברחו ב־48', וכיוון שהם עבדו בפרדסים של היהודים בפתח תקווה ובכפר סבא, כמה מהם דיברו אפילו יידיש! כאן הייתה הפגישה עם עם אחר! ‹

"אלתרמן פנה אלי להצטרף לתנועה ["ארץ ישראל השלמה"]. הייתה לנו שיחת לילה ארוכה מאוד בתחנה המרכזית בתל־אביב, גם משה שמיר היה שם, וכבר אז העליתי בפניו את כל הספקות. אף שבספרי 'עד עלות השחר' [1950] אני מעלה את חזון הארץ השלמה. אמרתי לו: 'נתן, איך נצא מזה? לחיות עם עם שאתה שליט עליו?' והוא פרש (ואני כן מאמין לו) חזון של ארץ אחת ושני עמים, ובה אנחנו הרוב (עלייה המונית), והם מיעוט מכובד שזכויותיו הדתיות והלאומיות נשמרות. הוא בנה דגם מטאפיזי שלם. אמרתי: 'אני צריך לחשוב על זה'. פה עליקה [עליזה גורי] צודקת: ב'הארץ' [של הבוקר למחרת] שמי לא מופיע כחתום, וב'מעריב' הוא כבר מופיע כחתום. לפני כן הייתה פגישה בהר הבית. 'הר הבית בידינו...' וירדתי עם המ"מים שלי לראות את התמונה הזו. כולם מתנשקים. ומי פוגש אותי? ד"ר אלדד, ישראל, והוא כולו חג, והוא רואה את כיפת הסלע ואומר – 'מה הדבר הזה עוד עושה פה?' אמרתי לו , 'זה עושה פה 1,300 שנים'. הוא אמר – 'הלילה...' [וגורי מדגים בידו את תנועת הסילוק שאלדד עשה].

"אני בא ממשפחה פציפיסטית. ציונים קנאים, אך אמא הייתה בוכה על הרוכל הערבי. החיכוך במציאות הוא ששינה את דעותי. השלטון על עם אחר הוא בלתי אפשרי והוא ישחית אותנו. ואני אומר זאת: ברבות הימים צדקו חברי לשמאל".

– מתי הייתה התפנית?

"כבר בימים הללו של רמאללה ואל־עזריה ודרך חברון. השלטון על עם אחר, האדנות שלנו עליהם.

"הרי גם נתן [אלתרמן] לא יכול לעמוד בזה לו היה חי! הוא היה משתגע! הוא הרי רב את ריבו של פלאח שגנבו את אבטיחיו! הוא האומר "דמי היחיד הם חרב היונה"! אך הוא מת מר נפש, בודד, ועד יומו האחרון הוא האמין. הוא אמר לנתן שחם, שאותו הוא הזמין להצטרף ל"ארץ ישראל השלמה": 'הערבים כל הזמן אומרים, פלסטין היא המולדת שלנו, ואנחנו צריכים להגיד, ארץ ישראל היא ארצנו. לא נחלת זרים כבשנו. זאת המולדת שלנו. אי־אפשר להטיל על צה"ל את כל המעמסה של ההיסטוריה. עם צריך להגיד בפירוש: זה לא היה מעשה פשע! זה מה שיש לנו!' אלתרמן, במאמר האחרון שלו, אומר: 'אם יש עם פלסטיני אז גם הצהרת בלפור לא תקפה. כי אז גזלנו מעם את ארצו'".

"אלתרמן פנה אלי להצטרף לתנועה ["ארץ ישראל השלמה"]. הייתה לנו שיחת לילה ארוכה מאוד בתחנה המרכזית בתל-אביב, גם משה שמיר היה שם, וכבר אז העליתי בפניו את כל הספקות. אף שבספרי 'עד עלות השחר' (1950) אני מעלה את חזון הארץ השלמה, אמרתי לו: 'נתן, איך נצא מזה?'"

"התמונות האלה שאני מספר לך, הביזה... חזרתי למשפחה הזו [ברמאללה] עם עליקה [עליזה גורי], והאישה מספרת שאחרי שהפלוגה שלנו עזבה, באו שני חיילים וגנבו לה את התכשיטים שאמא שלה נתנה לה לחתונה. [ואל נימת דיבורו של גורי נוספת, לראשונה, נימה של מרירות:] ההרגשה שאין לנו שום פתרון ל'מיתוס שני האחים' הפועל כאן. לא שאין לנו זכות על הארץ, אבל המציאות מכריעה. אלתרמן הוא איש של אידיאות מוחלטות, [אלתרמן אמר:] 'מי שרוצה שנעזוב את יהודה ושומרון שיכתוב קודם תנ"ך אחר'. בסוף ימיו הוא היה חולה ולא קיבלו את דעותיו. [וגורי לא יכול שלא להזכיר כאן פרט טרגי הקשור במות אלתרמן:] היה לו סיבוך מעיים והוא היה בטוח שיש לו סרטן. הוא ויתר על המאבק. אביו ואחותו מתו מהמחלה.

"הציונות יצרה את העם האחר. זאת נקודה מאוד משמעותית בחיי. לא תמיד אנשים מבינים את הבעיה שלי, וזה מלווה את שירתי ואת הפרוזה שלי ואת המאמרים שכתבתי. להגיד שאני יודע מה יהיה? אני יודע שהחזון הזה של גדולי סופרי ישראל – עגנון וגרינברג ואלתרמן, דב סדן והזז – הגיע בסוף לנוער הגבעות ולכל הזוועה הזו. וסבך המורכבות של הקיום הזה הופך לברבריות כזו! לעקירת זיתים!! המעצרים, הסגר. והייתי תמיד בשטח, הייתי גם עיתונאי. מה שאולי היה יכול להתאפשר כשיח של בני תרבות כדי לפתור בעיה, נהרס. בתמונה הרחבה פרוש העולם הערבי, ששום איום לא ישמיד אותו, מול העם שתבוסתו הראשונה היא גם תבוסתו האחרונה. [ולאחר נשימה עמוקה:] עכשיו לגבי סבסטיה: כתבתי המון מאמרים על זה. עשיתי את שטות חיי כעיתונאי. הדבר היה כך: לרוב, כשהיו מתנחלים, צה"ל היה מפנה אותם תוך כמה שעות. וכאן, בתחנת הרכבת התורכית [בסבסטיה], ראיתי פתאום מתנחלים באותו מקום בפעם השמינית או התשיעית, ופתאום – לא מפנים אותם, ומגיעים כבר אלפים. למה הפעם לא מפנים? סִקרן אותי מה קרה. יצחק רבין ראש הממשלה, שמעון פרס שר הביטחון ומוטה גור הרמטכ"ל. מה קרה? ואני הייתי עיתונאי שטח שנוסע לשטח. אמרו לי, אל תיסע. באתי לחנוך [ברטוב], אמרתי לו, 'אתה רוצה לבוא איתי?' הוא אמר: 'אני מציע לך לא ללכת'. ואני נסעתי. כבר אז היו אלפים שם. והם ראו אותי והתרגשו, זה היה בחנוכה 76', תלמידי ישיבות, שחלקם קראו את השירה שלי. ואני בודק את התופעה הזו: מגיעים גם עולים מרוסיה, והחוג הזה, חוג עין־ורד [חוג נאמני "ארץ ישראל השלמה" של תנועת העבודה]. והשעות נוקפות, וארבע אחר־הצהריים, ואני כבר מתכונן ללכת. ואיש לא נגע בהם שבוע ימים, ויש כבר אלפים. פתאום נוחת מסוק. יורדים ממנו שמעון פרס ויונה אפרת, אלוף הפיקוד זיכרונו לברכה, ואחיו של הרב לאו, נפתלי לביא, והם נכנסים לתחנת הרכבת התורכית עם הרב לוינגר וחנן פורת והמנהיגות של המתנחלים. אני לא נכנס. ואז שואלים אותי: 'ההיסטוריה זה שם, מה אתה עושה בחוץ?' חששתי מלהיות מעורב בזה. ואז פתאום יוצא הרב לוינגר וקורע את בגדיו בגעוואלדיות נוראה, ומהומת אלוהים. אז הם באים אלי ומבקשים ממני להיכנס... ופה, במקום להיות העד הפכתי לעושה. אני הייתי אמור לעוף משם! זו השטות האחת שיש להיזהר ממנה, כי מה שלא תעשה, הדברים יתרחשו אחרת. אבל נכנסתי. ושמעון אומר להם, 'אתם לא יכולים לסרב לצבא'. בני קצובר צועק: 'שמעון, לאן נלך מכאן? פה זה ארץ ישראל'. ויונה אפרת לא רוצה להפעיל כוח, אך הוא יודע שלא תהיה לו ברירה. שתי חטיבות צנחנים שם, והם כבר אלפים... נשים הרות. וכל הקהל הרב הזה רומס בדרכו מטעים וגינות ירק של המקומיים. ואני חושב: שמונה פעמים פינו אותם, למה הפעם לא פינו? ושמעון [פרס] מפנה לי מקום לידו. הוא לא אמר, 'תחכה לי בחוץ ואחר־כך אדבר איתך'. ושואלים אותי: 'אז מה אתה מציע?' ואני אומר: 'אתם לא יכולים לסרב לצבא שבזכותו אתם קיימים. הרי אם צה"ל לא היה בשטח לא הייתם יכולים להיות פה, זה לא הוגן'. ושמעון [פרס] עצמו מחכה שאני אומר את דברי. ואז אני אומר: 'כולם מתפנים ומשאירים שלושים איש במחנה צבאי. הממשלה תדון תוך כמה שבועות בהתיישבות בלב הארץ, אך דבר ראשון – להתפנות'. אז אומרים לשמעון [פרס]: 'זה מה שהוא מציע, אתם תוכלו לקבל את זה?' מסכמים שגורי יחזור לירושלים וידווח לישראל גלילי, שהיה אחראי על ההתיישבות, על ההצעה הזו. ואני לוקח עוד אופטלגין אחד. ועד שיצאתי מריח הצמיגים השרופים שם [בשכם], ולא היה לי טלפון לדבר איתה [עם עליזה אישתו], אז אני מגיע הביתה: 'למה אתה צריך את זה? למה היית צריך להסתבך בזה?' היא אומרת. ואני אומר לה – 'עליקה, זה מה שהיה'.

"חששתי מלהיות מעורב בזה. ואז פתאום יוצא הרב לוינגר וקורע את בגדיו בגעוואלדיות נוראה, ומהומת אלוהים. אז הם באים אלי ומבקשים ממני להיכנס... ופה, במקום להיות העד הפכתי לעושה. אני הייתי אמור לעוף משם!"

"ואז יש ישיבת ממשלה, והם מאשרים, פחות או יותר, את ההצעה הזו. ומעבירים לי תשובה בכתב־ידו של ישראל גלילי, שהיא כמעט זהה להצעתי. ואומרים לי: 'אבל יצחק [רבין] לא רוצה שתחזור לבד בלילה, אז סע למצודת כפיר ויהיה לך ליווי צבאי, כי מסוכן לחזור'. ועליקה, עם כל הזעם המוצדק שלה על מה שעשיתי, אמרה לי, 'אני באה איתך'. וחזרנו בשעה אחת בלילה לסבסטיה. קור אימים, חנוכה, ויש מדורות ואנשים עטופי טליתות. תמונה הזויה כזאת. ואני יושב עם המנהיגים ומציע להם את ההצעה, ורק בשש או שבע בבוקר הם מקבלים אותה, בתנאי שיותר להם להיפגש עם שמעון פרס, שר הביטחון. זה כבר לא ענייני, ואני כבר עמוק עמוק בעסק. הם נסעו לתל־אביב לפגוש את שר הביטחון, ואחר־הצהריים חזרו עם קוניאק וריקודים!

"ואני התחלתי לקבל [את עונשי] מחברי הטובים ביותר. אין לי חברים אחרים; הרי אני לא איש ימין. והם ראו בטלוויזיה את כל השמחה הזו. קשה היה לשנוא אותי, אבל כמה מהם לא סלחו לי על זה שנים, וזה כמו קללה על ראשי. ויום אחד אני פוגש את בני קצובר בגוש עציון ואומר לו: 'למה יצאתם ממני נשוכי שפתיים ומשמעון פרס חזרתם בריקודים וקוניאק?' 'כי הוא הציע לנו דברים אחרים', אמר לי. ראובן פדהצור, שהוא עיתונאי־חוקר ב'הארץ', עשה את הדוקטורט שלו על סבסטיה, ובידו המכתב של שמעון פרס שנמצא בארכיון הלאומי. והנה – בין הסיכום של שמעון פרס איתם ובין ההסכם שלי הבדל של יום ולילה: אני אמרתי שלושים איש, והוא סיכם איתם על שלושים משפחות! יש הבדל עצום בין שלושים איש לשלושים משפחות. ועוד – שצה"ל ידאג להם לתעסוקה ולדיור. יישוב! משפחות זה מאות אנשים! ופתאום – הכול נפל עליי! למה? כי הוא היה איש של דיין. ודיין היה איש של פשרה פונקציונלית והקמת יישובים על גב ההר. הוא איש אחר היום וחל שינוי בדעותיו, ולימים היה לנשיא המדינה והוא מכובד עלי וכבודו מלא עולם.

"כל הפרשה הזו אומרת: תהיה העד ולא העושה. ואני אומר את זה בגילי המופלג. בכל מלחמות ישראל שבהן ניצחנו חזרנו לקו ההתחלה; כך היה ב־48', ב־56'. ולאחר מלחמת יום כיפור, בימי שלטון בגין, פינינו את כל סיני ופינינו את כל היישובים והבסיסים הצבאיים תמורת הסכם שלום. כוחה הצבאי של ישראל היה גדול שבעתיים מכוחה המדיני. ובינתיים – 'ארץ ישראל השלמה' זה גם נוער הגבעות הבריונים האלה, זה 'תג מחיר'. מתי העליתי על דעתי שישרפו מסגד ויהיה כתוב 'מוחמד חזיר'?! זו מלחמה נגד כל האיסלאם!

"אמר לי ידיד ערבי אחד: 'לא השלום שמדברים עליו כל הזמן יביא את החיים, אלא החיים אולי יביאו את השלום. תנו לנו בארץ להיות קציני המשטרה, אנחנו נעשה לכם דו"חות חנייה כפי שהדרוזים במשמר הגבול מכים אתכם בהפגנות. פיתחו את המדינה בפנינו: לא את סיירת מטכ"ל או את הכור בדימונה, אבל את חברת החשמל ומקורות. שתפו אותנו'.

וחשבתי: כמה הוא צודק. חיים יכולים ליצור סיכוי לפתרון, ולא האמונה הזאת שיבוא השלום. הכול עוד עומד לפנינו: ליצור חברה של שותפות בין שני עמים, שאולי תיצור את ההפרדה תוך שותפות גם בתחום הפו־ליטי. אם ארץ ישראל השלמה היא של נערי הגבעות, אזי גם אלתרמן מתהפך בקברו. זה חלק נוגה בחיי. מלחמת העצמאות לא תמה".

x x x

בפגישה השלישית ביקש גורי להוסיף דבר על פרשת סבסטיה, בבחינת "חוכמת חדר־מדרגות":

"זהו פרק בחיים שלי שקשה לי איתו מאוד. עכשיו, זאת שאלה איך "ארץ ישראל השלמה" שברה את כללי המשחק. נתן אלתרמן הקים תנועה שהיו בה אורי צבי גרינברג וישראל אלדד מזה, והזז ועגנון ויצחק צוקרמן [אנטק] וצביה לובטקין מזה. מהם לא נשאר איש. אני העד החי האחרון שנשאר בין אלה שחתמו על גילוי הדעת הזה. בעצם, הדבר החמור בגילוי הדעת הזה הוא, שבשום פנים ואופן אין לשום ממשלה אפשרות להתמקח על שלמותה של הארץ הזו. זה דבר קשה וחמור – כי ממשלה יכולה־גם־יכולה לשנות דעות. מאז גילוי הדעת הזה עברו 45 שנה. זו תופעה שמוסברת על רקע זעזוע כביר שהיה [מלחמת ששת הימים]. עצם המעבר בין האימה של תקופת ההמתנה לבין 'מהחרמון לשארם א־שייח', אנקת הרווחה וההתלהמות הזו, יצרו גם דברים שמחוץ להיסטוריה הפוליטית. ועדיין אני חושב שהדבר הגדול של הציונות הוא, שהיא חזרה אל ההיסטוריה ולא יצאה מן ההיסטוריה! ופה [בפרשת "ארץ ישראל השלמה"] כבר הייתה יציאה מן ההיסטוריה".

> **"היום, אני יכול לומר, לא הייתי חותם על גילוי הדעת הזה. קרוב לוודאי שאלתרמן לא היה עומד ברצח שביצע ברוך גולדשטיין במערת המכפלה"**

– אתה רואה בהתיישבות ביהודה ובשומרון יציאה מההיסטוריה?

"אני חושב שאסור היה להיכנס. אלתרמן ברא לו בחלומות דגם מטאפיזי של כבוד הדדי, של רוב יהודי ומיעוט ערבי. החיכוך שלנו כשליטים היה למעלה מכוחי. אני חדלתי להאמין בזה כי ראיתי את השנאה. את הסגר והמכות. אדם צריך לשנוא מאוד בכדי להתפוצץ במטען. היום, אני יכול לומר, לא הייתי חותם על גילוי הדעת הזה. קרוב לוודאי שאלתרמן לא היה עומד ברצח שביצע ברוך גולדשטיין במערת המכפלה.

"שאלת השאלות הניצבת גם היום בפנינו היא, מה יהא עלינו ועל ארץ ישראל. השלטון המתמשך שלנו בעם אחר זו הוויה שקורעת פוליטית ומוסרית, שוסעת עם, שבמצבו הנוכחי מתקשה לצאת למלחמה או לעשות שלום. לכן עניין סבסטיה נשאר בי כמו... אבל יחד עם זה, אני חייב להודות, זה חלק מהאוטוביוגרפיה".

– אתה יכול, בבקשה, לסיים את המשפט? "עניין סבסטיה נשאר בי כמו..."

"כמו פצע. ממש. ואני אשא אותו. אבל הרי מנחם בגין בהגיעו לשלטון אמר: 'יהיו הרבה אלוני ממרא'. וזו הפכה להיות מדיניות המעמידה את דעת הקהל הישראלית בפני השאלה – האם יש סיכוי לפתרון הסכסוך המדמם?"

x x x

בסיומו של הראיון שאלתי את גורי – מהו אלתרמן לגביך? שאלתי זאת, כי חשבתי לתומי שגורי ירצה לסכם "מפסגת גילו" את פרשת הקשר הפואטי העמוק הזה בינו לבין האב הרוחני הזה. אבל גורי לא היה כלל במודוס סיכומי, ובמקום זה הוא הוביל לדיון מעמיק מאין כמותו בשיר "חיוך ראשון" – השיר הארוך, הגדול והחידתי מתוך "כוכבים בחוץ", שאותו הוא אומר, כמובן, בעל־פה, מתחילתו ועד סופו, בהטעמה ובפליאה כמי שקוראו לראשונה. אלא שכל הפרק המרתק הזה לא ניתן לשכתוב שיטתי העובר אל הקורא; גורי עבר לניתוח פרטני שבו קטעי השיר מצוטטים בזה אחר זה, וכל אחד בא בלוויית שורה של תהיות ומחשבות שנצברו לאורך שנים רבות.

הדיבור היה כאן עוצר נשימה, פשוטו כמשמעו: מרוכז עד קצה הקשב, חריף, מתחייב ומעודן ביותר. ניתן היה, כמובן, לסכם את הדברים כמין מאמר, אבל טעמו של הדיבור היה נעלם. העדפתי, לכן, לוותר על הפרק הזה. ולסיום אזכיר רק משפט אחד מתוך "חיוך ראשון" האלתרמני, אך לא את פירושו, אלא את קולו של גורי באומרו אותו. כל מילות השיר מרתקות אותו, זה ברור, אבל במקום אחד עולה קולו ומזנק עד צעקה כמעט, או בעצם – זעקה.

חזרתי והקשבתי להקלטה פעמיים נוספות, ובכל פעם התבלט הדבר עוד יותר: המשפט הזה חשוב לגורי ברמה אחרת, תוכית, לא מפוענחת, מפחידה אולי, אבל גם גואלת, כאילו נאמר בו משהו כמוס במיוחד, שגילויו מסוכן ממש, אבל גם מרהיב. המשפט הוא: "אני נושם אוויר בגובה מטורף". x

אריה ארוך, שווה 60 אמנות בישראל, מוזיאון אשדוד (קטע)

אריה ארוך | Arie Aroch

לראשונה ראיתי את "רחוב אגריפס" בתערוכה שאצר יונה פישר במוזיאון בצלאל באמצע שנות השישים. האפקט שלה עלי היה חזק ביותר והתאהבתי בעבודתו של ארוך, שלא הכרתי עד אז. זאת הייתה הפעם הראשונה שראיתי אסמבלאז' וקולאז' לא בספרים או בקטלוגים. העבודה הזו מרגשת אותי מחדש בכל פעם שאני רואה אותה.

המשך בעמ' 44

ציורי קיר פלאוליתיים
במערת לאסקו (Lascaux)
בצרפת, המתוארכים
לתקופה לפני יותר מ־17
אלף שנה

תקועים בתקופת האבן

קבוצה הולכת וגדלה של חוקרים מחפשת את שורשי הפסיכולוגיה של האדם המודרני בדפוסי ההתנהגות של האדם הקדמון. התקשורת אמנם מתלהבת ממחקרי הפסיכולוגיה האבולוציונית, אך המבקרים טוענים כי הבסיס המדעי שלהם רעוע

ד"ר ערן שיפרמן

מדוע גברים אונסים נשים? כותרת מחקר שכזו מעוררת עניין רב הן בתקשורת, הן בקהל הרחב והן בקרב גופים האחראים על מימון מחקרים. חוקרים רבים ניסו ומנסים לענות על השאלה הזאת, אולם תחום מחקר מסוים מתייחד בטענה, כי על מנת לשפוך אור על שאלות מסוג זה עלינו לנבור בהיסטוריה של התנהגות המין האנושי ולחפש אחר הסברים אבולוציוניים. זהו התחום המוכר כפסיכולוגיה אבולוציונית.

בשנת 2000 טענו הפסיכולוגים האבולוציוניים רנדי תורנהיל וקרייג פאלמר, כי אונס הוא תולדה של ברירה טבעית המאפשרת לזכרים להרחיב את טווח הרבייה שלהם. פסיכולוגים אבולוציוניים אחרים טוענים, כי אפילו תגובותיהן של נשים לחוויית האונס עצמה הן תולדה של ההיסטוריה של המין האנושי.

ההנחה המרכזית של הפסיכולוגיה האבולוציונית היא, שמחקר היסטורי של התנהגות ההומו סאפיינס יאפשר לנו להבין כיצד הפסיכולוגיה האנושית המודרנית התעצבה והתגבשה, שכן הכישורים הקוגניטיביים של האדם המודרני הם המורשת של אבותינו בני תקופת האבן. לפי הפסיכולוגיה האבולוציונית, כפי שגופנו התפתח במהלך אבולוציה בת מיליוני שנים, כך גם המערכת הקוגניטיבית והפסיכולוגיה שלנו התגבשו לאורך רבבות שנים של חשיפה לגירויים ומטלות שאפיינו את סביבת מגוריו של האדם הקדמון. לפיכך, בכדי לענות על שאלות בנוגע להתנהגות ולקוגניציה של האדם המודרני, הפסיכולוגיה האבולוציונית מבקשת לזהות אילו תכונות קוגניטיביות הן אדפטציות (הסתגלויות) – כלומר, תוצרים אבולוציוניים של ברירה טבעית.

> פסיכולוגים אבולוציוניים עשויים לטעון, כי נופים ירוקים עם נהרות וגופי מים אחרים נראים לנו יפים יותר מנופי טבע אחרים, כיוון שאבותינו ואמהותינו הלקטים־ציידים זיהו באזורים אלה שפע של מזון

ברוח זו הפסיכולוגיה האבולוציונית תוהה, מדוע נשים מעדיפות גברים עשירים, מדוע גברים מעדיפים בלונדיניות, ומדוע אסור להאמין למה שהורה לא־ביולוגי אומר לנו. הפסיכולוגיה האבולוציונית אף שואלת, האם יש הסבר אבולוציוני לאלימות, לרצח ולמלחמה, ואיזה תפקיד משחקים צחוק או רכילות בהתפתחותן של חברות אנושיות.

כך, למשל, פסיכולוגים אבולוציוניים העלו את הטענה, כי ילדים תמיד יעדיפו לשחק עם מכוניות צעצוע או כדורים, בעוד שילדות ידבקו בצעצועים נייחים, עדיף בצבע ורוד, בשל הבדלים בעיבוד מידע חזותי שהינם תולדה אבולוציונית. כיוון שגברים היו ציידים, הם מתוכנתים להעדיף עצמים הנמצאים בתנועה, ואילו אצל נשים, שהיו לקטות, מערכת הראייה מתוכנתת להעדיף עצמים נייחים ולתת דגש לצבע, בעיקר גוונים אדומים המסמלים בשלות של פרי.

השכיחות של כתבות במדיה הפופולרית המתארות מחקרים של הפסיכולוגיה האבולוציונית, הולכת וגדלה בעשור האחרון. העיסוק בשאלות מרכזיות מאוד בחיינו הקנה לפסיכולוגיה האבולוציונית חשיפה פומבית נרחבת ואיפשר להסברים אותם היא מספקת, להכות שורש בתודעה בציבורית.

אבל, אם הרמתם לפחות גבה אחת וכיווצתם גבין שני, הרי שאתם ›

בחברה טובה. מה שלכאורה נראה כמדע צהוב וסנסציוניסטי, נחשב בדיוק ככזה גם בקרב ביולוגים רבים.

הביקורת אינה מופנית כלפי מושאי המחקר של הפסיכולוגיה האבולוציונית, אלא מתמקדת באופן שבו דיסציפלינה זו מתמודדת עם מושאים אלה, והכלים שבהם היא משתמשת לשם כך. אם להחזיר לפסיכולוגיה האבולוציונית באותו מטבע צהוב שבו היא משתמשת לעתים, הרי שמבקריה טוענים כי היא למעשה פרוזה מדעית, המבוססת על גירסה בדיונית וסנסציוניסטית של התיאוריה האבולוציונית.

כדי להבין לעומק את הפסיכולוגיה האבולוציונית ואת הביקורת עליה, עלינו לחזור תחילה אל שורשיה.

הדיסציפלינות מתמזגות

הקשר בין פסיכולוגיה לבין אבולוציה נוצר עוד במאה ה־19. כבר אז הבינו ההוגים האבולוציוניסטים הראשונים, ובראשם ז'אן בפטיסט למארק, צ'ארלס דרווין והרברט ספנסר, כי התנהגותם של בעלי חיים – כולל הומו סאפיינס – עוצבה על־ידי תהליכים אבולוציוניים, בדיוק כמו הפיזיולוגיה או המורפולוגיה שלהם. בדומה לפסיכולוגים האבולוציוניים של ימינו, האבולוציוניסטים של המאה ה־19 דגלו בתפיסת עולם מוניסטית, לפיה המוח והנפש חד הם, ולכן, לדידם, לא ניתן להניח כי באופן פלאי עקרונות האבולוציה לא חלים על המוח, על הקוגניציה ועל ההתנהגות.

רק בשנות השבעים של המאה ה־20 הפציעה מתודה מדעית מפורטת, שניסתה לשלב בין תחום ההתנהגות לתחום האבולוציה, עם הופעתה של הסוציוביולוגיה. תחום מחקר זה נבנה על בסיס הנחה המופיעה בעבודותיו של דרווין, "מוצא המינים" ו"מוצא האדם", לפיה ההתנהגות של בעלי החיים עברה תהליכי ברירה טבעית ומינית ממש כמו מבנה הגפיים. הסוציוביולוגיה גירתה את דמיון הציבור והתקשורת, שכן מושאי מחקרה נגעו בסוגיות שלגביהן לכל אחד ואחד מאיתנו יש יומרה להבנה אינטואיטיבית, או לפחות עמדה נחרצת.

אולם, מהר מאוד התברר כי הסוציוביולוגיה נחצית לשני מחנות: האחד, הקרוב יותר לביולוגיה, נצמד לעקרונות העשייה המדעית וסיפק תובנות חשובות. המחנה השני ניצל את נפיצות העיסוק בהתנהגות האנושית והתמקד באמירות סנסציוניות עם מחויבות מוגבלת יותר למתודה המדעית. למרבה הצער, הסוציוביולוגיה הצהובה היא זו שחלחלה לדיון הציבורי.

בתחילת שנות התשעים נוסדה בארצות־הברית הפסיכולוגיה האבולוציונית כניסיון לשדרג את הבסיס המדעי של הסוציוביולוגיה. יעדי המחקר נותרו בעינם, אך הפסיכולוגיה האבולוציונית מתמקדת בבני אדם בלבד ושואפת לבחון תכונות קוגניטיביות אנושיות מנקודת ראות אבולוציונית.

לדוגמה, הפסיכולוגיה האבולוציונית טוענת כי בכי הוא תוצר אבולוציוני, שנועד לגרום לאחרים להרגיש אמפתיה כלפינו ברגעים מסוימים באופן יעיל ומהיר יותר מאשר תקשורת מילולית, או שהצחוק קדם להופעת השפה, ולכן שיחק גם הוא תפקיד מרכזי בהעברת מסרים לא מילוליים בין פרטים. יש גם פסיכולוגים אבולוציוניים הטוענים, כי נופים ירוקים עם נהרות וגופי מים אחרים נראים לנו יפים יותר מנופי טבע אחרים, כיוון שאבותינו ואמהותינו הלקטים־ציידים זיהו באזורים אלה שפע של מזון.

כדי לייצר את שלל התובנות והמסקנות הללו, הפסיכולוגיה האבולוציונית מבקשת להגדיר אילו תכונות קוגניטיביות הן אדפטציות, כלומר, תוצר ישיר של ברירה טבעית או ברירה מינית. בעוד שתחומים אחרים בפסיכולוגיה מנסים להבין כיצד המערכת הקוגניטיבית וההתנהגותית האנושית עובדת, הרי שהפסיכולוגיה האבולוציונית שואלת מדוע מערכת זו עובדת כך. תחת משימה זו הפסיכולוגיה האבולוציונית תיארה אדפטציות פסיכולוגיות דוגמת הבדלים בין גברים לנשים בהעדפת בני זוג, או קנאה, ותיאורים אלה אף תורגמו לעתים לשיטות טיפול קליניות וזכו ליישומים בתיאוריה משפטית.

בלי חיות אחרות

כדי להבין מדוע הפסיכולוגיה האבולוציונית לא מצליחה להתנער מהרכיב הסנסציוני שבה, עלינו לרדת לעומקן של הביקורות המוטחות בה בקרב הקהילה המדעית.

ביקורת אחת מגיעה מבית, מצידם של פסיכולוגים התוהים איזו תועלת צומחת מניתוח אבולוציוני פסיכולוגי. אם פענחנו כיצד שריר הלב עובד מבלי להזדקק לסיפור ההיסטורי השופך אור על התפתחותו, מדוע שנידרש לכך בחקר המוח והפסיכולוגיה? לטיעון זה יש בסיס, אולם הוא מתעלם מהבדל משמעותי בין המוח לבין שאר איברי הגוף: המוח הוא מערכת מורכבת להפליא, עתירת רמות ארגון הנמצאות ביחסי גומלין דינמיים ובלתי פוסקים בינן לבין עצמן ועם הסביבה. יתר איברי הגוף רחוקים מרחק שנות אור מרמת מורכבות זו, ולכן אנו יכולים להסתפק בכלים פשוטים וא־היסטוריים על מנת להבין כיצד הם עובדים. מנגד, בהיעדר ניתוח אבולוציוני נתקשה לפצח את המורכבות של המוח והפסיכולוגיה האנושית. הביקורת הזאת, אם כן, רק מדגישה את נחיצות הדיון של הפסיכולוגיה האבולוציונית, ולכן נשים אותה בצד.

הביקורת השנייה – והמשמעותית יותר – מגיעה מצד ביולוגים, המוצאים פגמים רבים באופן שבו פסיכולוגים אבולוציוניים מבינים את התיאוריה האבולוציונית ומחילים אותה על מושאי מחקרם.

מבחינה מדעית אין עוררין על כך שהמטא־תיאוריה שאליה מכוונת

ציורי קיר במערת שובה (Chauvet) בצרפת, המתוארכים ללפני יותר מ־30 אלף שנה

ביולוגים טוענים כי הפסיכולוגיה האבולוציונית חוטאת במה שמכונה בתיאוריה סיפורי "ככה־זה": טווייה אוורירית ורטרואקטיבית של סיפור אבולוציוני סביב עדויות גסות וחלקיות של מציאות ביולוגית מורכבת

פסיכולוגים אבולוציוניים טוענים כי ילדים תמיד יעדיפו לשחק עם מכוניות צעצוע או כדורים, בעוד שילדות ידבקו בצעצועים נייחים, עדיף בצבע ורוד, בשל הבדלים בעיבוד מידע חזותי שהינם תולדה אבולוציונית

הפסיכולוגיה האבולוציונית – הבנת הפסיכולוגיה מפרספקטיבה אבולוציונית – הינה הכרחית. אבל בו־בזמן עולה השאלה: מדוע אנו זקוקים לדיסציפלינה המתמקדת בהומו סאפיינס בלבד? הרי כל המינים חולקים עם הומו סאפיינס את הצורך למצוא פתרונות לאותן בעיות: שיחור מזון, מציאת בן זוג לרבייה, איתור מחסה, טיפול בצאצאים וכו'. ענפי מחקר כמו אקולוגיה התנהגותית ופסיכולוגיה השוואתית מספקים הסברים מפורטים לאופן שבו אבולוציה פתרה את הבעיות האלה בקרב עשרות מינים. מנגד, ההתמקדות הבלעדית של הפסיכולוגיה האבולוציונית בבני אדם והיעדר דיון במינים אחרים מונעים מחוקרים בתחום לספק מבט השוואתי בין המינים, שהינו הכרחי להשגת מטרות הדיסציפלינה.

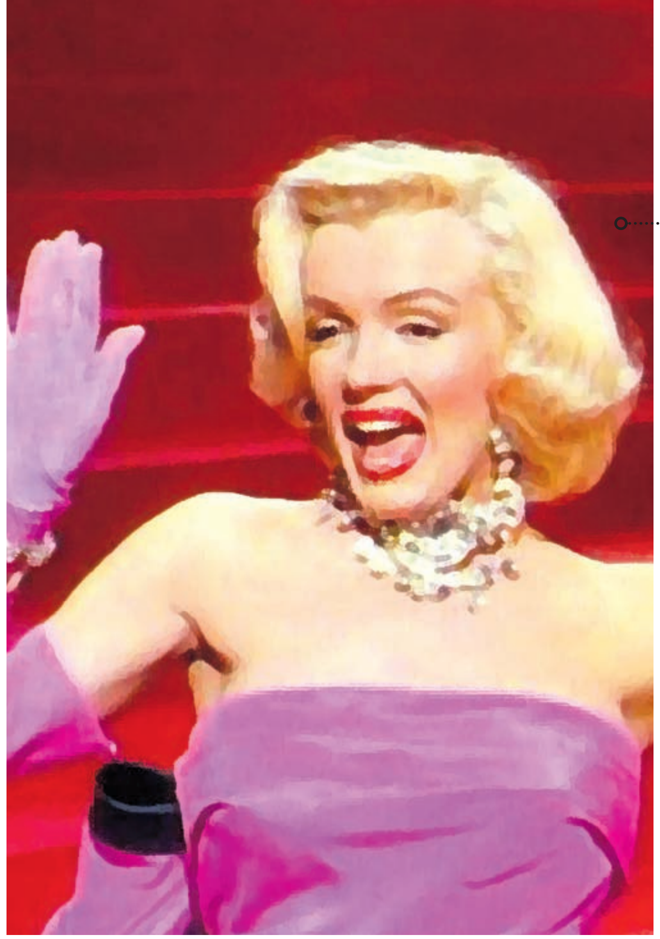
כתוצאה מההתמקדות הבלעדית בבני אדם נוצר עיוות נוסף המגביל את המחקר: הפסיכולוגיה האבולוציונית מתעסקת באופן כמעט בלעדי בתופעות שלהערכתה קשורות לחיים החברתיים של האדם, כמו נישואין, גזענות, טאבואים חברתיים, וכן הלאה. אין בתחום כל התעסקות באדם כפרט, כיחיד, כנהוג בתחומים אחרים של הפסיכולוגיה. הפסיכולוגים האבולוציוניים מניחים, אמנם בצדק, שהתכונות שנועדו לסגל את האדם לחיים יעילים במבנה החברתי, הן אלו האחראיות להתפתחות המסחררת שהבדילה אותו משאר בעלי החיים, ולכן תכונות אלה ראויות למחקר לצורך הבנת הפסיכולוגיה האנושית. אבל זו הנחה צרה מדי: חברתיות אינה תנאי הכרחי ומספיק להתפתחות קוגניטיבית נחשונית. ישנם מינים חברתיים רבים בטבע, והם מאופיינים ברמות שונות מאוד של התפתחות קוגניטיבית. מכאן שבעוד שלתכונות חברתיות כשלעצמן יש משקל לא מבוטל בתמהיל הקוגניטיבי שהוביל לעיצובו של המוח האנושי, הן אינן התכונות היחידות, ולבטח לא מספיקות.

אך הביקורת הביולוגית אינה עוצרת כאן ומוסיפה וטוענת, כי הפסיכולוגיה האבולוציונית אינה ריגורוזית (קפדנית) דייה וחוטאת במה שנקרא בתיאוריה האבולוציונית סיפורי "ככה־זה": טווייה אוורירית ורטרואקטיבית של סיפור אבולוציוני סביב עדויות גסות וחלקיות של מציאות ביולוגית מורכבת, הדורשת מהקורא מידה לא מבוטלת של דמיון מלווה בפשרות לוגיות.

סיפורי ככה־זה צמחו ממקבץ סיפורים קצרים שרודיארד קיפלינג סיפר לבנותיו, שבהם הוא מתאר כיצד הקרנף בורך בעור מקומט, הנמר בחברבורותיו, ועוד. לפי סיפורי קיפלינג דבשת הגמל, למשל, ניתנה לו כעונש על עצלותו, עקשנותו וסירובו לעזור לחיות משק אחרות בעבודתן הקשה. השד שכישף את הגמל כפה עליו לעבוד ואמר לו, כי דבשתו החדשה תאפשר לו לעבוד ברצף מבלי לאכול, וכך הוא יכפר על השתמטותו מעבודה.

בהיותו מספר סיפורים, קיפלינג נתן דרור לדמיונו ומעולם לא חויב ‹

מרילין מונרו בסרט "גברים מעדיפים בלונדיניות" מ־1953



לפסיכולוגיה האבולוציונית קשה להבחין בין נטייה תרבותית מקומית לבין אדפטציה ביולוגית אוניברסלית. למשל, האם אכן מרבית הילדות בעולם מעדיפות את הצבע הוורוד, וכל הגברים החיים היום על פני כדור הארץ נמשכים לבלונדיניות, או שאלו הן העדפות תרבותיות מקומיות?

אין עוררין על כך שיש לנסות להבין את הפסיכולוגיה מפרספקטיבה אבולוציונית. אבל בו־בזמן עולה השאלה: מדוע אנו זקוקים לדיסציפלינה המתמקדת בהומו סאפיינס בלבד, תוך העלמת שאר מיני החיים מהדיון?

לעמוד בקריטריונים מדעיים. מדענים, לעומת זאת, אינם יכולים להרשות לעצמם חירות פואטית שכזו, וכדי לייצר את התובנות שלהם אודות טבע האדם, הם נעזרים בתיאוריות ובמודלים. אך למרות שהפסיכולוגיה האבולוציונית הינה דיסציפלינה מדעית, יש בה שיעור גבוה מדי של הסברים שדומים לסיפורי ככה־זה. דוגמה מובהקת היא ההסבר שניתן בפסיכולוגיה האבולוציונית לשילוש האפל (dark triad), מונח בפסיכולוגיה המאגד יחד נרקיסיזם, פסיכופתיה ומקיאווליזם. לפי ההסבר המקובל בתחום הפסיכולוגיה האבולוציונית, שלוש תכונות אלו מהוות בסיס לאסטרטגיית הזדווגות המתחילה בגיל צעיר, מאופיינת בריבוי שותפים ואינה בוחלת בעידוד לבגידה.

בין המקומי לאוניברסלי

ביקורת מרכזית כנגד הפסיכולוגיה האבולוציונית, המצדיקה את התיאור שלה כדיסציפלינה של סיפורי כככה־זה, טוענת שהיא לוקה בחסר במדד הבחינות. רכיב הכרחי בכל תיאוריה מדעית הוא הדרישה שזו תציע הסברים בני־בחינה, כלומר, הסברים שיאפשרו תכנון ניסויים לאישוש התיאוריה או להפרכתה. החסמים המונעים מהפסיכולוגיה האבולוציונית לייצר מודלים בחינים נובעים מכמה מהגדרות היסוד של התחום. בראש ובראשונה, כבר ראינו שהעלאת טיעון אבולוציוני על סמך עדויות ממין אחד ויחיד היא מתודה בעייתית. הבעייתיות מחריפה מכיוון שבניגוד לביולוגיה האבולוציונית, הנהנית משלל של ממצאים ארכיאולוגיים קדומים, לפסיכולוגיה האבולוציונית אין ממצאים מספקים לבחינת השינויים בהתנהגות ובקוגניציה האנושיות לאורך הדורות. הומו סאפיינס מאופיין בתחלופה דורית ארוכה מאוד – 25 שנים, ולכן מחייב תצפית מדעית ארוכה ביותר, סוג של מאמץ מדעי שהפך כבר לחיה בסכנת הכחדה במדע המודרני. אם נניח, במקרה המתירני ביותר, שבידינו תצפיות מדעיות אמינות מ־150 השנים האחרונות, הרי שאנו עוסקים בשישה דורות בלבד.

אפשר היה לקוות שלפחות התצפיות המשרטטות תמונה של הפסיכולוגיה של האדם המודרני, יספקו לנו את המידע הנדרש. אך לא כך. הרוב המוחץ של אותן תצפיות מתמקד באופן בלעדי בתת־קבוצה מאוד קטנה של המין האנושי, שכן ניסויים פסיכולוגיים לרוב מתקיימים בתוך קמפוסים של אוניברסיטאות, ולכן המשתתפים בהם הם בדרך־כלל סטודנטים צעירים, לבנים, ממעמד סוציו־אקונומי בינוני־גבוה במדינות מתועשות. בכך חוטאת הפסיכולוגיה האבולוציונית חטא כפול, הן לתיאוריה האבולוציונית הדורשת ריבוי מינים וריבוי דורות, והן להגדרותיה שלה עצמה. שכן בעודה מצהירה כי היא מחפשת אחר אדפטציות גלובליות, בקרב כל בני האדם, היא חוקרת אך ורק את חומר הגלם הניסויי הזמין לה.

במצב זה קשה להבחין בין נטייה תרבותית מקומית לבין אדפטציה ביולוגית אוניברסלית. למשל, האם אכן מרבית הילדות בעולם מעדיפות את הצבע הוורוד, וכל הגברים החיים היום על פני כדור הארץ נמשכים לבלונדיניות, או שאלו הן העדפות תרבותיות מקומיות? ואם לא, מה הטעם בחיפוש אחר הסברים אבולוציוניים למשיכה לבלונדיניות או להעדפת הצבע הוורוד בקרב ילדות?

גבולות האדפטציה

כדי להבין לעומק את הביקורת הביולוגית על אופן יישום התיאוריה האבולוציונית במסגרת הפסיכולוגיה האבולוציונית, עלינו לבחון את מושגי היסוד המשמשים את תחום המחקר. האדפטציה היא הבולטת שבמושגים אלה.

אדפטציה היא תכונה תפקודית, המהווה תוצר אבולוציוני של תהליכי ברירה טבעית ומשפיעה על שרידותו וכשירותו של בעל חיים. הדוגמה המפורסמת ביותר לאדפטציה היא העין המורכבת של היונקים, שעברה סדרה ארוכה של התאמות, מנקודת המוצא הקדומה של שכבה שטוחה רגישה לאור ועד למבנה כדורי רב־שכבתי ומורכב, המאפשר תפיסת עומק וצבע. כמו העין, כל אדפטציה הינה תוצר אבולוציוני מורכב שעוצב בתהליך ארוך ודינמי לאורך מיליוני שנים, שבמהלכם שינויים מינוריים, כמו מוטציות גנטית, גררו שינויים באופן שבו תכונה מסוימת מתבטאת. אם שינויים אלה משפרים את היכולת לבצע פעולה בתנאים הסביבתיים הקיימים, הרי שהתכונה עשויה לעבור הלאה לדורות הבאים בלחץ הברירה הטבעית.

הפסיכולוגיה האבולוציונית גורסת כי התנאים הסביבתיים שאליהם היו חשופים אבותינו, הם שעיצבו את המוח שלנו ואת הפסיכולוגיה שלנו, כפי שהם עיצבו את עינינו. מדובר בהנחה לגיטימית, אך האופן שבו היא מנוסחת בפסיכולוגיה האבולוציונית שם מכשול בפניה. הבעייתיות הראשונה נובעת מעצם העובדה, שהחוקרים בתחום אינם מתייחסים לאבולוציה בתור תהליך רציף וארוך ביותר. במקום זאת, הפסיכולוגיה האבולוציונית מתמקדת בשתי נקודות זמן בלבד: זו של ימינו אנו ונקודה אמורפית במעמקי הפליסטוקן – תקופה גיאולוגית שהתחילה לפני 1.8 מיליון והיא נמשכת עד לפני 10,000 שנה. עמדה זו מבוטאת היטב באחת האמירות המפורסמות של תחום המחקר: "גולגולותינו המודרניות מאכלסות מוח של תקופת האבן". אם כן, הפסיכולוגיה האבולוציונית מתעלמת מהעובדה ההכרחית, שאבותינו השתנו במהלך הפליסטוקן ובמהלך תקופת הציידות־לקטות, ולכן אין להתייחס לרצף מאות הדורות של הפליסטוקן כמקשה אחת.

כדי להבין את מסלול התפתחותה של אדפטציה אנו חייבים לדעת משהו אודות תנאי המוצא שלה, של המוח ושל הסביבה, ועל השינויים ההדרגתיים שחלו בכל אלה. חיבור פשטני של נקודת מוצא ונקודת סיום כדי לייצר הסבר אדפטיבי, כפי שעושה הפסיכולוגיה האבולוציונית, חוטא למציאות. מאות־אלפי השנים המפרידות בין ההומו סאפיינס הקדום לבין האדם המודרני, הם המצע להתרחשות של התהליכים שאותם הפסיכולוגיה האבולוציונית מנסה להראות. בהכרח, טווח זמן זה אופיין בשינויים הדרגתיים רבים: תנאי האקלים השתנו באופן דרמטי, אירועי הגירה גדולים התרחשו מספר פעמים, הקבוצות הלכו וגדלו וגררו עימן שינויים באופן שבו פרטים והחברות בהן הם פועלים משפיעים זה על זה, חברות של ציידים־לקטים הפכו לחקלאיות ואז לתעשייתיות, חומרי גלם חדשים נוספו בקביעות למאגר מוצרי היסוד שלנו, וכד'. לכך יש להוסיף שהשפעות התנאים הסביבתיים על האדם לאורך שני מיליוני השנים האחרונות גרמו לשינויים התנהגותיים שבעצמם השפיעו על הסביבה, וחוזר חלילה.

מכאן שאין, ולא יכולים להיות, גירוי או סיטואציה שנשארים קבועים לחלוטין על פני מאות־אלפי שנים. בהיעדר קביעות שכזו, ניתוח של יחסי הגומלין בין סביבה למטען הגנטי, מהסוג שמציעה הפסיכולוגיה האבולוציונית, הינו בלתי אפשרי: אם הגירויים משתנים כל העת, כיצד התפתחו בתגובה אליהן אדפטציות מוגדרות ומובהקות?

לכן, קשה מאוד לדמיין תוצרים אבולוציוניים מהסוג שעליהם מדברת הפסיכולוגיה האבולוציונית. על רקע השינוי התמידי במערכת הגירויים והסיטואציות שבפניהן ניצב האדם הקדמון, המוח האנושי נדרש ליצור תגובות מהירות, אמינות ויעילות בתוך זמן קצר, בקנה מידה של דורות ספורים. תוצרים אבולוציוניים אלה לא יכולים להיות אדפטציה, שהיא תולדה של אבולוציה הדרגתית ביותר, המנמשכת מיליוני שנים. אך הפסיכולוגיה האבולוציונית מתעקשת על שימוש כמעט בלעדי באדפטציה כהסבר אבולוציוני. מבחינת החוקרים בתחום, רק אדפטציה יכולה להסביר מדוע, לדוגמה, ברוב המוחץ של החברות האנושיות יש טאבו על גילוי עריות.

למרבה המזל של הומו סאפיינס, אדפטציה אינה התוצר האבולוציוני היחיד האחראי על עיצובן של תכונות, והדבר נכון בעיקר במערכות מורכבות, דוגמת המוח וההתנהגות. פסיכולוגיה אבולוציונית מתוחכמת יותר מזו שבנמצא עשויה להסביר תכונות ותפקודים קוגניטיביים שלנו במונחים של שימוש בתכונה קיימת שעוצבה על־ידי התהליך האבולוציוני למשימה מסוימת – לביצוע משימות אחרות. תופעה זו ידועה כאקספטציה (Exaptation). דוגמה מורפולוגית לאקספטציה היא הטענה כי ייתכן שנוצות התפתחו לצורך שמירה על הטמפרטורה של ציפורים, ולאחר מכן האבולוציה "רתמה" אותן לצורכי תעופה וחיזור.

לחסכנות, לדינמיות, ולפלסטיות של האקספטציה יש חשיבות עצומה במערכות מורכבות כמו המוח, שכן אלו נוטות להיות בזבזניות. ›

המוח מנצל כמעט חמישית מאנרגיית הגוף, בעוד שהוא מהווה רק כשני אחוזים ממסתו. במוח יש מיליארדים של תאי עצב, סינפסות ורשתות הנבנות מהם. עיקרון חשוב מאין כמותו בביולוגיה מכתיב ניצול אופטימלי של רכיבים זמינים במקום בנייה של רכיבים חדשים, ולכן סביר שהמוח עוצב עם יותר תהליכי אקספטציה מאשר תהליכי אדפטציה.

המחלוקת על המוח

הבעייתיות שמזהים הביולוגים בשימוש של הפסיכולוגיה האבולוציונית במונח אדפטציה, איננה תמה כאן. הפסיכולוגים האבולוציוניים גורסים כי האדפטציות המוחיות הן מודולות (Modules), המוגדרות לשלל המשימות אותן אנו מבצעים. למה הכוונה? מודולות הן מעין אזור פיזי תְחום במוח, שבתוכו מתבצעות פעולות הרלוונטיות למשימה אחת ויחידה. הכניסה למתחם מוגבלת – רק סוג מוגדר של מידע נכנס; והיציאה מווסתת גם היא – רק סוג מוגדר של עיבוד מתבצע בה. הפסיכולוגיה האבולוציונית טוענת כי אדפטציה לשיחור מזון, כמו הימנעות ממזון רעיל, אינה רלוונטית לפעולות במסגרות אחרות, דוגמת חיזור. לפיכך, מוחנו מורכב מריבוי אדפטציות ייעודיות המשרתות מטרה אחת בלבד.

כשמתמקדים במין אחד בלבד קל להגיע למסקנה כי המוח מורכב מהרבה יחידות נפרדות ועצמאיות, שהתפתחו כאדפטציה לתנאים ולמשימות פרטניות, כגון שפה, דת, הימנעות מגילוי עריות, איתור רמאים או ציוץ בטוויטר. ואכן, הפסיכולוגיה האבולוציונית לוקחת את ארכיטקטורת המוח ומסיקה ממנה, כי העיקרון המעצב את המוח הוא מודולריות מבנית ולא מודולריות תפקודית, דהיינו, רשתות עצביות של התנהגות נתונה חייבות לכלול רק רכיבים הסמוכים פיזית זה לזה.

טענה זו אינה עולה בקנה אחד עם ידע נוירולוגי. אמנם למוח ישנה העדפה לקבץ במקום אחד תאי עצב המעורבים בהוצאה לפועל של תגובה מוגדרת מסיבות פיזיקליות גרידא, אך רשתות – שהן כוח העבודה האמיתי של מערכות עצביות – אינן מגבילות עצמן לשימוש ברכיבים מקומיים. מכאן עולה שהמוח עובד לפי עיקרון של חלוקת עבודה תפקודית, ולא מבנית. ידע פסיכולוגי וידע נוירולוגי כאחד אכן חשפו מערכות קוגניטיביות מורכבות, המייצרות כמה וכמה התנהגויות שונות החולקות מנגנון אחד.

רדוקציה גנטית

בעיה מרכזית נוספת של הזרם המרכזי בפסיכולוגיה האבולוציונית הוא ההכרה בגנטיקה כשחקן היחיד במגרש התורשה וההסבר האבולוציוני. הנחה זו עומדת בסתירה לידע ביולוגי עכשווי, המראה כי תורשה היא תהליך רב־ממדי שבו גנים הם שחקן אחד מני רבים. בין היתר, מתעלמת הפסיכולוגיה האבולוציונית מאפיגנטיקה – תהליכים מולקולריים שמתרחשים מעבר לרמת הגן ומשפיעים על האופן שבו הגנום מתורגם לייצור חלבונים – כמו גם מתהליכי ברירה ברמת הקבוצה וממנגנוני העברת מסורות וידע באמצעות התרבות והשפה. ההתעלמות הזאת יוצרת בהכרח תמונה חלקית ומגמתית.

החוקרים בתחום דבקים בעמדות אנכרוניסטיות של המחקר הגנטי משנות השבעים, המשקפות תלות בטיעונים רדוקטיביים, לפיהם כל התופעות הפיזיקליות באשר הן ניתנות להסבר על־ידי שימוש ביחידות הפיזיקליות הבסיסיות ביותר של תחום מחקר נתון.

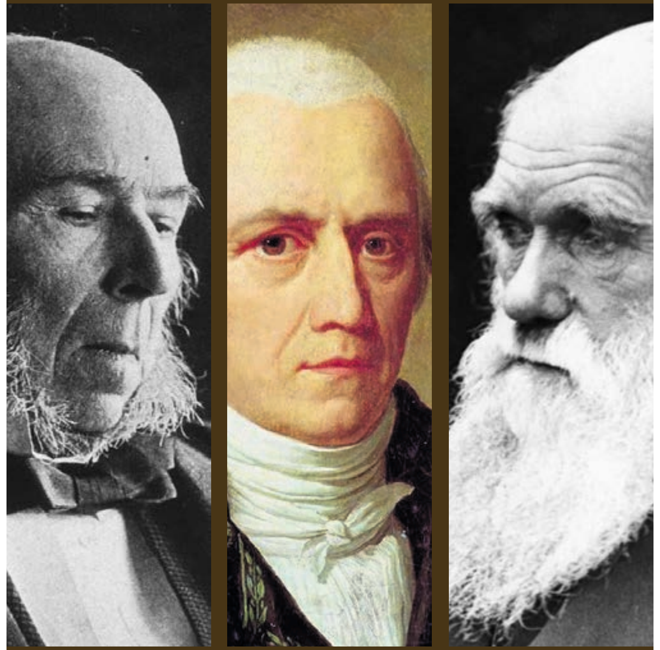
הבעייתיות של הרדוקציוניזם נחשפת במלוא עוזה בדיון אודות קוגניציה והתנהגות, כיוון שהתופעות הפסיכולוגיות מבוססות על קשרים בין רמות ארגון הנפרדות לחלוטין זו מזו. רמות ארגון אלו מאופיינות בשלל תכונות אמרגנטיות (emergent properties): תכונות המופיעות ברמת ארגון חדשה של חומר, שאינן יכולות להיות מוסברות על־ידי היחידות המרכיבות אותה. דוגמה בולטת לתכונה אמרגנטית היא אינטליגנציית הנחיל (swarm intelligence) – היכולת של קבוצה לפתור משימות שכל אחד מהפרטים החברים בה לא יכול לפתור בכוחות עצמו, אלא רק על–ידי מאמץ קולקטיבי.

אם כן, התנהגות לא יכולה להיות מוסברת באופן בלעדי על־ידי גנים, שכן ישנו עושר של תוצרים ביולוגיים, מולקולריים, תאיים, פיזיולוגיים, אקולוגיים ותרבותיים, המפריד ביניהם ומונע יצירה של קשר חד־ערכי ביניהם. לדוגמה, הפסיכולוגיה האבולוציונית גורסת כי הגן FOXP2 הוא שחקן מרכזי באבולוציה של השפה. טענה זו מבוססת על תצפיות ניסוייות מוגבלות ומתעלמת מהעובדה, ששפה היא תופעה קוגניטיבית משוכללת להפליא המורכבת מעושר רב של אבני בניין. לפיכך, צמצום ההסבר של הפסיכולוגיה האבולוציונית לטענה כי מוטציות או שינויים בשכיחות אללים באוכלוסייה גוררים שינויים בהתנהגות – מבלי להתייחס, למשל, לאבולוציה תרבותית – שקול לסיפור ככה־זה.

הבנה מלאה יותר של תהליכים אבולוציוניים רואה בהם סדרה עוקבת ומתמשכת של כִּוונונים וטעויות בלתי־צפויות. שינויים גדולים וסוחפים של מערכות שלמות הינם נדירים מאוד, ולכן קשה להניח שתופעה קוגניטיבית או התנהגותית הופיעה במלואה, בדיוק בתזמון הנכון ובדיוק עם המאפיינים המושלמים, כדי לפתור בעיה שהסביבה הציגה בפני אבותינו. כשאנו חוקרים מערכת כה מורכבת, שומה עלינו לנקוט את הגישה ההוליסטית, הרואה את המכלול כולו ולא רק את חלקיו, ולבחון כיצד סך ההתנהגויות והתפקודים הקוגניטיביים נמצאים ביחסי גומלין דינמיים ורציפים האחד עם השני.

הפרימטולוג פרנס דה ואל (de Waal) סיפק דוגמה לכך בביקורתו על ספרם של תורנהיל ופאלמר אודות האבולוציה של אונס, שנכתב

בניגוד לביולוגיה האבולוציונית,
הנהנית משלל של ממצאים
ארכיאולוגיים קדומים,
לפסיכולוגיה האבולוציונית
אין ממצאים מספקים לבחינת
השינויים בהתנהגות ובקוגניציה
האנושיות לאורך הדורות



דרווין, למארק וספנסר. הכירו באבולוציה של ההתנהגות

התנהגות לא יכולה להיות
מוסברת באופן בלעדי על־ידי
גנים, שכן ישנו עושר של תוצרים
ביולוגיים, מולקולריים, תאיים,
פיזיולוגיים, אקולוגיים ותרבותיים,
המפריד ביניהם ומונע יצירה של
קשר חד־ערכי ביניהם

על סמך תצפיות שהשניים ערכו בחרקים. ההשלכה שהם עשו מחרקים לבני אדם הייתה עיוורת למורכבות הגבוהה עשרות מונים של ההתנהגות האנושית לעומת זו של חרקיהם. כדי להיחשב אדפטציה אבולוציונית, אונס צריך להיות בעל בסיס גנטי נפרד מזה של העדפות מיניות אחרות ומזה של התנהגויות אחרות, כמו אגרסיביות או התנהגות כפייתית. תורנהיל ופאלמר לא תיארו ניסוי המדגים נבחנות גנטית של אנסים; הם לא הדגימו כיצד אונס מעלה את כמות הצאצאים של אנסים; הם לא נתנו הסבר מדוע גברים אונסים את בנות זוגם או את צאצאיהם; והם התעלמו מהעלויות הכרוכות בביצוע אונס – ענישה, הסיכון שהנתקפת תפגע באנס, מחלות מין וכו'.

ביקורות אלו מבצרות את הביקורת המדעית כנגד הפסיכולוגיה האבולוציונית ומחזקות את הטענה, כי חלק מהסבריה הם יותר פרוזה בסגנון סיפורי ככה־זה מאשר עשייה מחקרית העונה על קריטריונים מדעיים נוקשים.

פסיכולוגיה אבולוציונית חדשה?

כשהפסיכולוגיה האבולוציונית הגבילה את עיסוקה להומו סאפיינס בלבד, תוך בחירה סלקטיבית של המודלים אותם ייבאה מהביולוגיה, היא הכשילה את שאיפותיה לפתח מטא־תיאוריה המסבירה פסיכולוגיה בכלים ביולוגיים. מטא־תיאוריה כזו זקוקה להגדרה ברורה של התכונות והתופעות אותן היא ח וקרת; היא נותנת את דעתה אודות אבני הבניין של תכונות אלו; שואלת האם הן חשופות ללחצי סלקציה באותה מידה כמו רכיבים פיזיולוגיים או מורפולוגיים; ותוהה מהו הבסיס העצבי של תפקודים קוגניטיביים והתנהגות, וכיצד התפתח המוח על מנת לספק את התשתית היעילה ביותר להוצאתם לפועל של תהליכים אלו. שאלות אלו זכו לקבל מענה מחוץ לפסיכולוגיה האבולוציונית, בתחומי מחקר אחרים.

מכאן עולה השאלה, איזו תרומה יכולה הפסיכולוגיה האבולוציונית להרים למחקר האבולוציוני. לשם כך נחזור לאמונה בדיכוטומיה בין אדם לחיה. הטענה האנושית הזאת היא אמירה שיפוטית רלטיביסטית, לפיה בני אדם לא רק נבדלים מיתר המינים, אלא בהכרח טובים ומוצלחים בהרבה מכל מין אחר. הטענה הזו היא ביטוי קולקטיבי גורף לשילוש האפל של המין שלנו בכללותו, ולא רק של פרטים בודדים בו. הנרקיסיזם הקולקטיבי שלנו הוא חטא האנתרופוצנטריות.

אם תצליח הפסיכולוגיה האבולוציונית לשאול ולהסביר, מדוע אנחנו מין שמאמין שהוא א־פריורי וקטגורית עדיף על מיליוני מינים אחרים, הרי שהיא לא רק תצדיק את קיומה בריבית דריבית, אלא אף תספק את אחת התובנות המדעיות החשובות בהיסטוריה האינטלקטואלית של המין האנושי. ✕

Saul Steinberg, Cover, The New Yorker, 1980

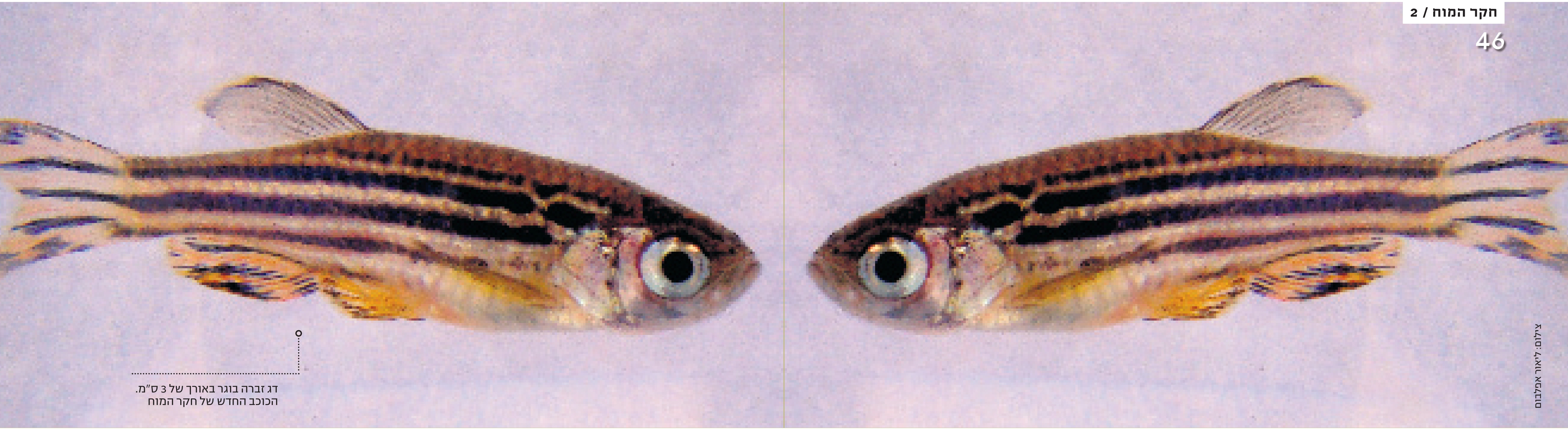
סול סטיינברג | Saul Steinberg

כבנו של מנוי על המגזין האמריקאי "הניו יורקר", נחשפתי בגיל צעיר לעבודותיו של סול סטיינברג, שהופיעו לעתים מזומנות בשבועון. השילוב בין איור־קריקטורה לרישום פרץ את הגבולות המוכרים של הקריקטורה המקובלת. דן בן אמוץ כתב באחד מטוריו, שהוא היה רוצה לכתוב כפי שסטיינברג מצייר. עבודתו המוכרת ביותר היא המבט מהשדרה התשיעית במנהטן לעבר ניו־ג'רזי, סין, יפן וברית־המועצות. העבודה שבחרתי היא מסוג העבודות האינטימיות שמדברות אלי בשפתי.

Peter Blake, On the Balcony, 1955-7, Lund Humphries, 2009

פיטר בלייק | Peter Blake

"על המרפסת" הייתה העבודה הראשונה של פיטר בלייק שראיתי, בביקור הראשון שלי בלונדון, בשנת 1965. זאת גם הייתה היכרות ראשונה עם פופ ארט.
הקומפוזיציה השטוחה ואוסף החפצים המצוירים ב"על המרפסת" פקחו את עיני והיו למקור השראה חשוב לעיסוק שלי בישראליאנה. בלייק, שנחשב לאחד מאמני הפופ החשובים בבריטניה, מוכר בעיקר בזכות עיצוב עטיפת התקליט "סרג'נט פפר".



צילום: ליאור אפלבום

דג זבררה בוגר באורך של 3 ס"מ.
הכוכב החדש של חקר המוח

על מה חולמים דגי הזברה

מדוע אנחנו ישנים? דג הזברה, זה מהאקווריום, עם מוח שקוף שאורכו פחות ממילימטר, עוזר לפתור את תעלומת אחד המנגנונים העתיקים באבולוציה של עולם החי, כולל האדם. השינה, כך מתברר, היא צורך חזק, לפעמים גם מהחיים עצמם. עובדה, יש שנרדמים על ההגה

ד"ר ליאור אפלבום וארנון איתיאל

שגרת היומיום הולכת ונהיית עמוסה, המידע נוסע על אוטוסטרדה, התקשורת זמינה ושוטפת, תחומי עניין חדשים הולכים ונפתחים, והמשאב העיקרי שהולך ומתמעט, הולך ומתייקר, הוא הזמן. אין זמן.

וכמו בכל דיון על חלוקת תקציב, כל בעל עניין מתחיל למשוך את השמיכה לכיוונו. השמיכה שלעולם קצרה מדי. כולם רבים, חוץ מגברת אחת שנמצאת מעל הדיון. השינה. היא מובנת מאליה.

חשבתם פעם אילו דברים נפלאים הייתם יכולים להספיק לעשות לו היו לכם עוד שש שעות ערות ביממה? ולמה לא, בעצם? היכן כתוב שהשינה מקודשת? מה כל־כך מיוחד בהפסקה היומית הארוכה הזו?

מתברר שהשינה היא תפקוד כל־כך בסיסי, שהיא הצליחה להוציא את עצמה מהדיון. נשאלת השאלה, מדוע? אולי הגיעה השעה להתחיל לדון בה, בשינה הזאת, לבדוק אותה לעומק, או לפחות לשאול בקול רם: מהי בכלל? מה מטרתה? מדוע האדם "מבזבז" שליש מחייו עליה? האם אפשר בלעדיה?

לפני שנתמודד עם השאלות הללו נטען, שהשינה אינה רק הפסקה הכרחית בין דברים חשובים שעושים היום לבין אלו שנעשה מחר, והיא משמעותית יותר מפעולות אחרות הנדמות כ"חשובות" בזמן הערות.

חשיבותו של מנגנון ביולוגי יכולה להימדד במונחים אבולוציוניים. תכונה המוכיחה את עצמה כמתאימה ומיטבית לשרידות המין, תוטמע בצופן הגנטי שלו על חשבון תכונות אחרות. אם תכונה או מנגנון מסוימים מתבררים כמוצלחים במיוחד, הם יישמרו בצופן הגנטי, הדנ"א, לאורך דורות רבים. לפני שנים רבות התפתחנו כולנו מאותו יצור קדמון. המילה "כולנו" מתייחסת אל כל אזרחי ממלכת החי – השימפנזה והדולפינים, הזבובים והתולעים. גם האדם.

מנגנון משותף שנשמר אצל כל החברים בממלכה הענקית הזו, מעיד על שני דברים: האחד – גילו המופלג; השני – הצלחתו האבולוציונית המסחררת.

בין המאפיינים המשותפים לכל בעלי החיים נמצאים, בין היתר, תהליך הרבייה, ההתפתחות על־ידי חלוקה תאית, הפיכת חמצן לאנרגיה וצריכת תרכובות אורגניות לשם בניין הגוף. כל בעלי החיים שלהם מערכת עצבים שנבדקו עד היום, חולקים דבר מה נוסף – השינה.

למרות חילוקי הדעות התרבותיים בינינו לבין הדולפינים, על אף שניטשות מריבות טריטוריה מרות בינינו לבין התיקנים, חרף העובדה שאנחנו ונחשי הצפע איננו רואים עין בעין מגוון רחב של נושאים – כולנו הולכים לישון בסוף כל יום עבודה. אם לא נישן – נמות. לפני שנמות משעמום או מרעב, נמות מחוסר שינה. עד כדי כך השינה חיונית לגופנו.

בעבר הקרוב, כשהחזק־המהיר טרף את האיטי־החלש, עדיין מצא האדם הקדמון לנכון לשקוע למצב הנראה כמו חוסר הכרה למשך

שעות ארוכות, הניח את עצמו חשוף ופגיע לסכנות שסביבו, ועדיין שרד את מסננת האבולוציה. בשינה, מתברר, טמונה תועלת אשר עולה על הסיכון.

חישבו על מרכזיות השינה בפעם הבאה שאתם נוהגים עייפים הביתה. הגוף שלנו, האורגניזם שאנחנו, מודע היטב לסכנה הכרוכה בהירדמות בזמן נהיגה. ואף על פי כן, המוח מצווה על הגוף: "לך לישון עכשיו", בכוח שקשה להתנגד לו.

שני מצבים לשינה

השאלה "מדוע אנחנו ישנים?" היא, למרבה הפלא, אחד הסודות הלא־מפוענחים הגדולים במדעי החיים. אבל לפני ששואלים אותה כדאי לברר מהי "שינה", שכן לא אצל כל היצורים מדובר בשיר ערש והתכרבלות בשמיכה חמה. בעלי חיים שונים מעדיפים את השינה שלהם בצורות שונות, לעתים משונות. הג'ירפות ישנות רק שעתיים, בעוד שהארמדיל הענק ישן בערך 18 שעות. הדולפינים ישנים תוך כדי שחייה, פרות ישנות בעיניים פקוחות, וציפורים נודדות ישנות תוך כדי תעופה. אם כן, ההגדרה המדעית של "שינה" היא זו: מצב פיזיולוגי המאופיין בהורדת סף התגובה לגירויים חיצוניים בהשוואה למצב ערות. זהו מצב הפיך ובעל מחזוריות יממתית, המתאפיין ביציבה ייחודית למין ובדפוסים מחזוריים טיפוסיים של מופע גלי מוח (EEG).

אם תשאלו אנשים מדוע הם ישנים, לרוב תתקבל התשובה: "כדי לנוח". כלומר, הגוף צריך מנוחה. אלא שלצורך מנוחה אפשר לשתות לימונדה קרה ולשכב על הספה בסלון עם ספר או עם סרט טוב כשאנחנו ערים לחלוטין. הצורך במנוחה לא מסביר מדוע אנחנו נכנסים למצב שבו המוח מוריד את הרגישות לגירויים חיצוניים ומשנה את מנגנוני פעולתו. מתברר שהשינה משרתת בדרך מסוימת את תפקוד המוח, וככל הנראה, זהו ייעודה.

מחקרים מצאו קשר מובהק בין שינה לבין תפקיד המוח בבקרת זיכרון ולמידה. בשינה המוח נמצא במצב "off-line" ומנותק מקבלת נתונים חיצוניים חדשים. זה הזמן שבו הוא יכול לעבד מידע שנצבר במהלך היום. לדוגמה, הוא יכול להפוך אותו לזיכרון או להשתמש בו לשיפור יכולות קוגניטיביות. במקביל, המוח נפטר ממידע מיותר. בכל מקרה, ניתן בוודאות לומר שלאחר השינה תפקוד המוח משתפר.

מחקרים המנסים להסביר את הקשר שבין שינה לזיכרון ולמידה מראים, שהשינה אינה ירידה בפעילות המוח, כפי שניתן היה לחשוב. בשלבים מסוימים המוח פעיל בעוצמה לא פחותה מאשר בזמן ערות, אלא שפעילות זו היא בעלת אופי שונה.

ככלל, אנו מזהים בשינה שני מצבים עיקריים: מצב רע"מ (ריצודי עיניים מהירים, REM), ומצב שנת גלים־איטיים (Slow-wave sleep). בנוסף, קיימים מצבי מעבר. הבחנה עיקרית בין המצבים האלה נעשית על־ידי בדיקת רשמת מוח חשמלית (EEG), בדיקה אשר מפיקה תרשים הסוכם את האותות החשמליים בקליפת המוח.

במצב רע"מ פעילות גלי המוח דומה לפעילות במצב ערות, בעוד ששרירי השלד רפויים ומגיעים למצב של שיתוק מוחלט. שלב זה מהווה כרבע מזמן השינה הכולל ובו נחווים רוב החלומות.

במצב שנת הגלים־האיטיים אנחנו נמצאים בשינה עמוקה יותר, כשגלי המוח איטיים ובעלי משרעת גבוהה.

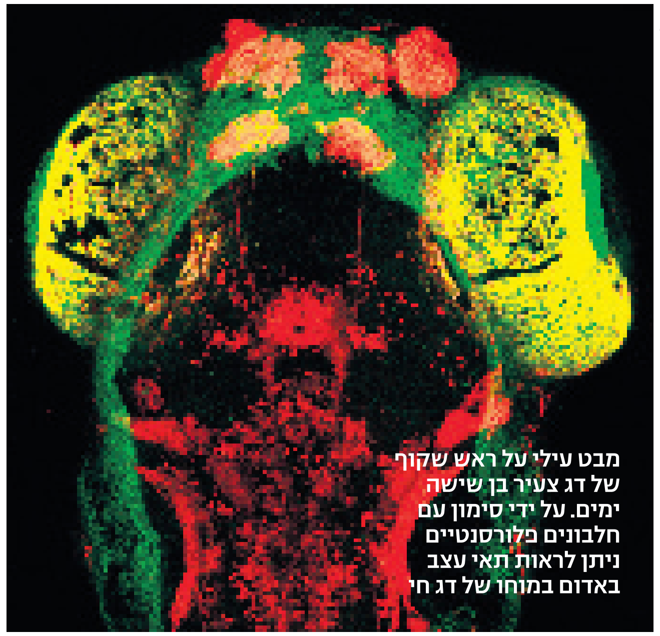
השינה, אם כן, היא צורך של המוח. אבל מה בפועל מתרחש בתוכו בזמן הזה?

תיאוריה מרכזית המנסה לענות על השאלה, מציעה את המונח איזון סינפטי (Synaptic Homeostasis).

במהלך הערות המוח מתמודד עם כמות נתונים עצומה. לצורך המחשה, נניח שאתם נדרשים לכתוב במעבד תמלילים את כל החוויות שלכם מיום מסוים ולדקדק בכל הפרטים שאתם זוכרים: לתאר את ריח אוויר הבוקר, איזו חולצה לבש השומר בחניון, מה אמר לכם השכן ימפולסקי כשנפגשתם בחדר המדרגות, וכן הלאה. הייתם יכולים למלא ספר עב כרס בכל המידע הזה. אחר־כך הייתם מתבקשים לתרגם לקובץ וידיאו את כל המראות שאתם זוכרים מאותו היום. כל מה שנקלט בעיניכם. מן הסתם, זה היה קובץ רב טרה־בייטים. אחר־כך הייתם צריכים לספר על כל המחשבות, הדמיונות, הרגשות והזיכרונות שעלו בכם. בתוך כך אנחנו כבר מגיעים לכמות מידע מצטבר עצומה, כמעט בלתי נתפסת, תרתי משמע. המידע הזה נצבר במוח ומנוהל על־ידי תאי העצב והצמתים המקשרים ביניהם – הסינפסות.

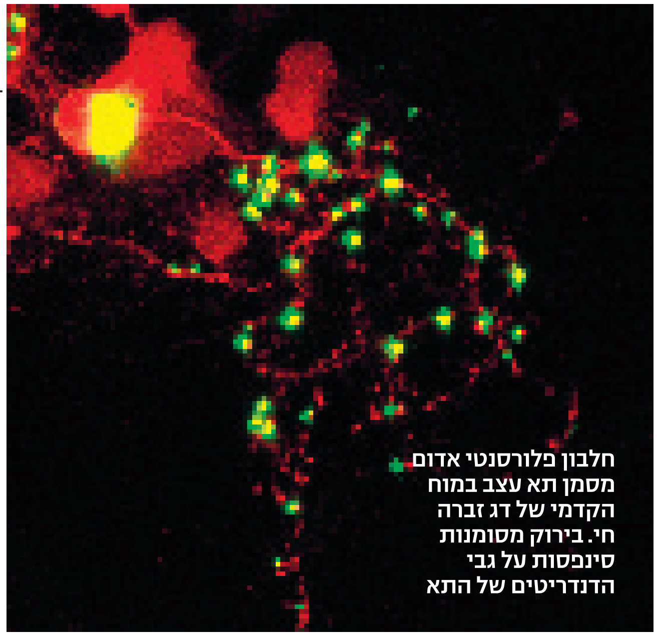
תיאוריית האיזון הסינפטי מדברת על סף צבירת מידע, שבהגיעו אליו המוח נכנס למצב שינה ומבצע החלשה כללית בפעילות הסינפסות וירידה במספרן (Global downscaling), כדי שיוכל לעבור למצב עיבוד המידע. באנלוגיה, גם המחשב הביתי החדיש ביותר זקוק מדי פעם ל־restart, אחרת "ייתקע". אלא שבניגוד למחשב הביתי, בזמן השינה המוח איננו כבוי, אלא מעבד את המידע שנצבר בו. הוא מסנן, ממיין, מוחק, מסדר, מתעדף ומטמיע את הנתונים, על מנת לאפשר את המשך התפקוד שלנו למחרת בבוקר.

הג'ירפות ישנות רק שעתיים, בעוד שהארמדיל הענק ישן בערך 18 שעות. הדולפינים ישנים תוך כדי שחייה, פרות ישנות בעיניים פקוחות, וציפורים נודדות ישנות תוך כדי תעופה



צילום: גד זוטין

מבט עילי על ראש שקוף של דג צעיר בן שישה ימים. על ידי סימון עם חלבונים פלורסנטיים ניתן לראות תאי עצב באדום במוחו של דג חי



צילום: עידן אלבז

חלבון פלורסנטי אדום מסמן תא עצב במוח הקדמי של דג זברה חי. בירוק מסומנות סינפסות על גבי הדנדריטים של התא

דווקא הפשטות היחסית של מוח הדג מאפשרת את פריצת הדרך המחקרית. פענוח יחסי הגומלין, תעבורת הנתונים, הצמתים והקשרים הבין־עצביים; כל המפה המורכבת והמרתקת שנקראת הקונקטום של המוח – נמצאת בהישג יד

לו היינו יכולים לצפות אל תוך המוח, אולי היינו רואים היווצרות של סינפסות במהלך הערות וירידה במספר הסינפסות הכללי במהלך השינה.

התיאוריה השנייה שמנסה להסביר את תפקיד השינה, מדברת על "הרצה חוזרת" (REPLAY) של המידע הנצבר. ההבדל המרכזי בין שתי התיאוריות הוא שבעוד שהראשונה (האיזון הסינפטי) גורסת הַחְלשה גלובלית של פעילות המוח, השנייה (תיאוריית ההרצה החוזרת) מדברת על החלשה באזורים מסוימים, ומנגד – הגברת פעילות באזורים אחרים אשר היו עסוקים בלמידה בזמן הערות. אזורים אלה מריצים מחדש חוויות, זיכרונות ונתונים שנאספו מאותו יום. לדוגמה, ייתכן כי מוחו של תינוק הלומד ללכת, ירכז את הפעילות שלו בזמן השינה באותם אזורים האחראים על תפקוד הרגליים והקשר בינם לבין אזורי הבקרה על שיווי המשקל.

נראה שהתהליכים המתרחשים במוח מתאימים לשתי התיאוריות. בכל מקרה, שתיהן טוענות לשינויים סינפטיים מבניים בין מצב ערות לשינה, ומספר הראיות לתקפותן הולך ומצטבר.

חלומו של חוקר

לאן הולכים מכאן? איך נצפה בסינפסה? איך נראים חלומות? היכן ספריית הזיכרונות? מה זה דמיון? היכן המחשבות? איך נוצרים רגשות? המוח האנושי נחקר במשך מאות שנים ונשאר ברובו בגדר תעלומה. מחקר המוח עושה ברובו שימוש ביונקים – עכברים וחולדות – כחיות מודל. הסיבה לכך היא הדמיון בין המוח שלהם לבין המוח האנושי. הרי כולנו – עכברים, חולדות ובני אדם – שייכים לאותה קבוצה במחלקת היונקים. הבעיה העיקרית היא שהמוח הזה חבוי תמיד בתוך קופסה אטומה – הגולגולת.

זו הסיבה שחלק קטן בלבד ממחקרים אלה נערך על יצורים חיים, ועקב כך האפשרות לצפות בזמן אמת בשינויים במבנה הסינפסות מוגבלת. חוקרי מוח נעזרו לרוב במדידה חיצונית כללית של אזורי ‹

הפעילות באמצעות הדמיית תהודה מגנטית, MRI, או שבחרו להשתמש ברקמה שנדגמה לאחר המוות. עד היום בדיקות אלו סיפקו למדענים מידע רב, אבל אף אחת מהן לא הצליחה לספר מה בדיוק קורה שם בפנים בזמן אמת.

חוקר מוח מותש ואדום עיניים מקמט את מצחו בייאוש לאחר יום ארוך כזה של ניסיונות לא מוצלחים ומתפלל לפיית הביולוגיה. והנה היא מופיעה לצידו בצלצול פעמון כסף ומציעה לו להביע משאלה.

"אני רוצה מודל למחקר מוח", אומר המדען, "שיהיה חי, שקוף, יציב וזול".

"עוד משהו?" שואלת הפיה. "כן", עונה החוקר, "מבנה המוח שלו צריך להיות דומה למוח האנושי ואני צריך ממנו המון".

"ומדוע אתה צריך כזה מודל?" שואלת הפיה.

"אה, שום דבר רציני", עונה החוקר, "אני בסך־הכול רוצה לראות את המוח בפעולה עד לרמת הסינפסה הבודדת".

"אם כך, אז אתה מבקש בעצם את המודל המושלם", אומרת הפיה.

"בדיוק", עונה החוקר.

"בבקשה", היא אומרת, נעלמת בענן ורוד מבושם ומשאירה לחוקר הנבוך שקית ניילון קטנה מלאה במים, ובה שוחה זוג דגי זברה קטנים.

כי זאת יש לדעת, דגי הזברה הם הכוכבים החדשים של חקר המוח. ומה עושה את דג הזברה למודל טוב כל־כך למחקר? במהלך החודש הראשון של חייו גוף הדג, כולל הגולגולת – שקוף, ובמיקרוסקופ אופטי רגיל ניתן לראות פעילות תאית המתרחשת בתוכו.

"אבל הם זזים כל הזמן", ישאל מי שישאל, ובצדק. גם לזה יש פתרון. מניחים את הדגיג בתוך טיפת ג'ל, שלא יזוז, ורק אז צופים בו.

אל השקיפות מצטרפות תכונות אידיאליות נוספות: מאות צאצאים בכל הטלה, מחזור חיים מהיר, ובעיקר – אפשרות לבצע שינויים גנטיים ש"ייצרו" דגיגים רבים בעלי תכונות גנטיות ומורפולוגיות מגוונות.

פענוח הקוד הגנטי של כל אורגניזם, "ריצוף הגנום" שלו, הוא היום עניין שבשגרה במעבדות הביולוגיה, והנדסה גנטית לצורכי מחקר נעשית זמינה וזולה.

משתמע מכך, שחוקר המתעניין בתפקודו של גן ספציפי במנגנון בקרת שינה וערות, יכול "להנדס" דג זברה בעל מוטציה לגן הזה בתוך זמן קצר. לאחר שיאבחן מהן בעיות השינה של הדג המוטנט, הוא יוכל לפענח את תפקידו של הגן. בדרך זו ניתן לייצר דגים עם הפרעות שינה, שישמשו כמודל לחקר מחלות שינה של בני אדם.

הכול טוב ויפה, אפשר להמשיך ולשאול, אבל מה הקשר בין מוח דג הזברה שאורכו פחות ממילימטר לבין המוח האנושי? בלי להעליב, התשובה היא – אין הרבה הבדל.

מה אנחנו, בני האדם, בסך־הכול מבקשים? להגיע הביתה בשלום. כך בדיוק דגי הזברה. מנקודת מבט של הביולוגיה, אנחנו שורדים, אוכלים ומתרבים. תפקודי המוח האחראים על הפעולות האלה אצלנו ואצל דגי הזברה – דומים. אנחנו מבצעים פעולות המאפשרות לנו להגיע אל האוכל ואל בני הזוג שלנו. לצורך כך אנחנו קולטים מידע בחושים, מעבדים אותו במוח ושולחים הוראות אל חלקי הגוף השונים. בנוסף, הרוב המכריע של הגנים המצויים באדם, נמצא גם בדגים.

יש עוד משהו שאנחנו ודגי הזברה חולקים – אנחנו ישנים. זה אולי מפתיע, אבל דגים ישנים. אם נצלול בים בלילה נגלה שרוב הדגים אינם בתנועה, הם נמצאים במקום אחד מסוים והרגישות שלהם לגירויים חיצוניים יורדת. כמו כן, ההתנהגות הזאת מכוונת על־ידי השעון הביולוגי למחזורים יממתיים. דגים, כבני אדם, ישנים, וגם הם צריכים שיכבו את האור, מהסיבה הפשוטה שאין להם עפעפיים לעצום.

נכון, המוח האנושי מורכב וסבוך הרבה יותר מזה של דג הזברה, אבל אבני הבניין, המעגלים העצביים וכללי המשחק – דומים.

דווקא הפשטות היחסית של מוח הדג מאפשרת את פריצת הדרך המחקרית. פענוח יחסי הגומלין, תעבורת הנתונים, הצמתים והקשרים הבין־עצביים; כל המפה המורכבת והמרתקת שנקראת הקונקטום של המוח – נמצאת בהישג יד.

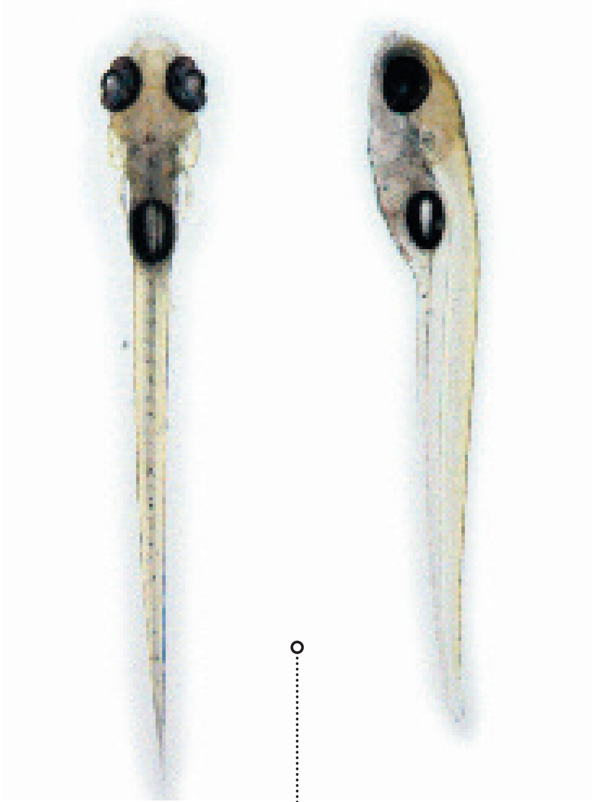
סינפסה בודדת

בשנות השישים של המאה הקודמת הצליחו שלושה מדענים – רוג'ר צין, מרטין צ'אלפי ואוסאמו שימומורה לבודד גן ממדוזה שנקרא GFP (Green Fluorescent Protein). הגן לא עשה שום דבר מיוחד, אבל הוא מתאפיין בכך שהוא זורח באור ירוק פלואורסצנטי. עבור הפיתוח הזה הם זכו בפרס נובל לכימיה בשנת 2008.

אצלנו במעבדה לוקחים את גן ה־GFP ושותלים אותו בתוך רצף הדנ"א של דגי הזברה, כך שהוא יתבטא ויצבע בירוק תאי עצב המעניינים אותנו. בעזרת הסימון הפלורסנטי אנחנו יכולים לראות הלכה למעשה את הגן בפעולה ולעקוב אחרי המיקום שלו בתוך המוח. כשנצמיד GFP לגן המתפקד כמעביר אותות סינפטיים, נוכל למעשה לראות סינפסה.

כלי נוסף שיש בידינו הוא מיקרוסקופ דו־פוטוני. המכשיר הוא מעין מכונת ירייה שיורה זוג פוטונים בודד באורך גל אינפרה־אדום (בלתי נראה) אל מוח הדג. כאשר צמד הפוטונים פוגע בחלבון פלורסנטי כמו ה־GFP, נוצר פוטון באורך גל נראה שנקלט על־ידי המכשיר, וזה מסמן את מיקומו. בקצב ירי גבוה מאוד של פוטונים המכשיר נותן לנו תמונה של מוח דג חי בפעולה, בתלת־ממד ובצבע.

בעזרת כלים אלה ואחרים הצלחנו לפתח שיטה שבה ניתן לעקוב אחר סינפסה בודדת במשך יום ולילה, במחזורי שינה וערות של



מבט עילי וצידי על
דגי זברה שקופים
בני 7 ימים

צילום: גד ווטין

בשינה המוח במצב "off-line" ומנותק מקבלת נתונים חיצוניים חדשים. זה הזמן שבו הוא יכול לעבד מידע שנצבר במהלך היום. לדוגמה, הוא יכול להפוך אותו לזיכרון או להשתמש בו לשיפור יכולות קוגניטיביות. במקביל, המוח נפטר ממידע מיותר

אנחנו רואים בשידור חי שינויים סינפטיים במוח הדג הישן, אולי רואים כיצד נשמרים זיכרונות, או אפילו מציצים אל תוך החלומות

דג הזברה. אנחנו רואים בשידור חי שינויים סינפטיים במוח הדג הישן, אולי רואים כיצד נשמרים זיכרונות, או אפילו מציצים אל תוך החלומות.

השילוב של פיתוח גנטי של דגים הסובלים מבעיות שינה, סימונים פלורסנטיים של סינפסות, מעקב מיקרוסקופי אחר דג חי וניסויים המפענחים התנהגות הקשורה בזיכרון ולמידה – יכול להתיר את הפלונטר ולפענח את משמעות השינה. חקר השינה ומחלות השינה הוא תחום חשוב בפני עצמו, המהווה חלון אל חקר המוח באופן כללי.

העתיד: חקר המחלות

מתקשר אלינו רופא מבית־החולים המקומי ומבקש את עזרתנו. הוא גילה במשפחה מסוימת מוטציה בגן **X**, אשר נמצאת בתאחיזה (Genetic Linkage) עם תסמינים של פיגור שכלי אצל הגברים במשפחה. "מה עושים מכאן?" הוא שואל. ואנחנו הולכים להתייעץ עם דגי הזברה. את אותו גן מוטנט שהוא מצא אצל המשפחה האנושית אנו יכולים "לשתול" בגנום של הדג ולראות, האם הוא ישפיע על התפתחות מערכת העצבים ועל תקינותה. אנו יכולים גם לבודד את הגן המקביל אצל הדג, להסירו לחלוטין, ואז לעקוב אחר השינויים הסינפטיים וההתנהגותיים.

לאחר מציאת פנוטיפ, תופעה נצפית הייחודית לתפקוד הגן, הגענו לשלב שבו פיתחנו דג שהוא מודל למחלה. המשמעות היא שהמחלה נמצאת אצלנו בידיים. זיהינו אותה, בודדנו אותה, אנחנו מסוגלים לייצר אותה ולהתחיל לנסות לתקנה. אחת הדרכים לתיקון היא ניסוי מספר גדול של הרכבי תרופות, עד שתימצא האחת הנכונה.

בסרט "I am Legend" מנסה ויל סמית, המדען הגיבור, הרכבים שונים של תרופות על בני אדם שנפלו קורבן למגיפה המאיימת להשמיד את האנושות. ברגע האחרון, איך לא, הוא מוצא את ההרכב המיוחל שמציל את העולם. הרעיון שלנו דומה, למעט הזוהר ההוליוודי. מה שלוויל סמית לא היה הוא מספר לא מוגבל של נשאים, עליהם הוא יכול היה לנסות מספר לא מוגבל של תרופות.

רובן המכריע של המחלות האנושיות הקשורות בתפקוד לקוי של המוח, מוגדר היום כחשוך מרפא. אלצהיימר, פרקינסון, סוגים שונים של פיגור – אלה ואחרות הן מחלות נפוצות וקשות; התסמינים ברורים, אבל הטיפול בהן מסתכם בעיקר בתמיכה סביבתית. אין אפשרות להתחיל לבצע הליך רפואי מתקן, מאחר שהמדע כיום איננו מבין עד תום מה מקולקל.

יום אחד, אחרי שנבין את מפת הדרכים של המוח, אולי נוכל למצוא דרך שתעקוף צומת חסום. עד אז נותר לנו רק לנחש על מה חולם דג הזברה, ולקוות שהוא יודע מה תלוי בו. ×

לעורר השראה בפרט לפתח את האינטליגנציה שלו.

אני עצמי לא יודע "מהו אדם?" אילו ידעתי את התשובה לשאלה הזאת, אולי הייתי יכול לתכנת אדם מלאכותי. אבל אני לא יכול לתכנת אדם מלאכותי, מאחר שלהיות אדם אין פירושו להיות עוד פונקציה לחיצה. להיות אדם זו הרפתקה, מסתורין, אמונה ביד המושטת.

אופטימיות | יהיה קשה מאוד לאדם – ועל אחת כמה וכמה לאיש טכנולוגי – לקום בבוקר בלי האמונה שהעתיד יכול להיות טוב יותר מהעבר.

אי–אז בשנות השמונים, כשהאינטרנט היה זמין רק למספר מצומצם של חלוצים, התווכחתי לא אחת עם אנשים שחששו שמא אותה טכנולוגיה שאני עובד עליה, תשחרר את השדים הטמונים בטבע האדם. כך, למשל, נשאלתי, האם משתמשים יתמכרו למציאות המדומה של האינטרנט משל הייתה סם, או אם משתמשים יילכדו ברשת מבלי שתהיה להם אפשרות לחזור לעולם האמיתי שבו שאר האנשים חיים. שאלו אותי הרבה שאלות. חלקן היו מטופשות מאוד, וחלקן האחר – נבואיות ממש.

הפוליטיקה של טכנולוגיות מידע | באותם ימים נמניתי עם חבורה עליזה של אידיאליסטים. אם הייתם נוסעים בזמן לארוחת צהריים שלי עם ג'ון פרי בארלו, מי שיהיה לימים מייסד–שותף של Electronic Frontier Foundation, או עם קווין קלי, מייסד המגזין "Wired", הייתם שומעים כמה רעיונות משונים מאוד נזרקים בחלל החדר. אידיאלים הם עניין חשוב בעולם הטכנולוגיה, אבל הדרכים שבאמצעותן האידיאלים הללו משנים את המציאות, שונות מאלה המאפיינות תחומי חיים אחרים. טכנולוגיסטים כמוני לא מנסים לשכנע אתכם במתק שפתיים, וגם אם אנחנו מנסים לדבר על לבכם פה ושם – אנחנו לא ממש מצטיינים בזה. יש בינינו כמה אשפי תקשורת כמו סטיב ג'ובס, אבל רובנו לא נואמים דגולים.

טכנולוגיסטים כמוני יוצרים הרחבות מלאכותיות של עצם הקיום שלכם, כגון עיניים ואוזניים מרחיקות ראות ושמע (מצלמות רשת ואוזניות) או זיכרון על–אנושי (כל הפרטים שאתם יכולים לחפש באינטרנט). הרחבות אלו הופכות לחלק אינטגרלי מהתקשורת שלכם עם הזולת והעולם, ומכאן שהן גם משנות את התפיסה שלכם – הן לגבי העולם והן לגבי עצמכם.

במקום לטעון טענות פילוסופיות שמטרתן לשכנע אתכם להשתנות, אנחנו מפעילים מניפולציות קוגניטיביות על הפילוסופיה שלכם. לא צריך יותר מקומץ מהנדסים כדי ליצור טכנולוגיה שתעצב, ובמהירות מסחררת, את עתיד ההכרה והחוויה האנושית. לפיכך, אנחנו צריכים לקיים דיאלוג משמעותי יותר בין המהנדסים של הטכנולוגיות הללו לבין המשתמשים בהן, ויפה שעה אחת קודם – כלומר, לפני שהטכנולוגיות הללו יוצאות לשוק ויוצאות מכלל שליטה.

ממשקי האינטרנט שאנחנו מכירים כ–web 2.0 לא היו כורח המציאות. בראשית שנות התשעים היו כתריסר ניסיונות ראויים להציג מידע מרושת בדרך פופולרית. חברות כמו Xanadu או General Magic פיתחו ממשקים בעלי איכויות שונות מאוד, שמעולם לא יצאו מחדר המתכנתים.

בסופו של עניין, היה זה אדם אחד בשם טים ברנרס–לי שהמציא את הרשת כפי שאנו מכירים אותה היום. הרשת שהציג ברנרס–לי הייתה מינימליסטית, במובן זה שהיא הניחה מינימום הנחות לגבי איך דף ברשת אמור להיראות ולהתנהג. היא גם הייתה רשת פתוחה, במובן זה שאף דף לא הועדף על פני דף אחר והנגישות שלהם הייתה זהה: לכל דף היה אפשר להגיע מכל דף אחר. מאחר שההחלטה לפתוח אתר לעיני הציבור הייתה נתונה לשיקול דעתם הבלעדית של מפעיליו, הרשת של ברנרס–לי הטילה אחריות אישית על בעלי האתרים. אך המטרה המקורית שעמדה לנגד עיניו של ברנרס–לי ביצירת הרשת שלו הייתה לשרת קהילה מצומצמת של פיזיקאים – לא את העולם כולו.

אם כן, על סמך מה אנחנו מעדיפים מאפיין טכנולוגי אחד על פני אחר? מערכות דיגיטליות מאפשרות לנו חופש פעולה קיצוני, אבל החופש הזה כולל בתוכו גם אובדן דרך מוסרית. אם אנחנו יכולים להמציא הכול – מה עלינו להמציא?

ככל שתוכנה מסוימת מתנפחת, היא הופכת למבוך אכזר. כשמתכנתים אחרים מנסים לעבוד עליה, הם הולכים מהר מאוד לאיבוד. אם אתם חכמים מספיק, אתם יכולים לכתוב כמעט כל תוכנה קטנה חדשה, אבל נדרש מאמץ קבוצתי אדיר (וגם לא מעט מזל) לעדכן או להרחיב תוכנה קיימת, במיוחד אם תוכנות אחרות כבר מסתמכות עליה. גם קבוצות המהנדסים המוכשרות ביותר ימצאו את עצמן במערבולת של באגים, אם ינסו לשפר או לעדכן תוכנה פופולרית.

זה תענוג גדול לכתוב תוכנות קטנות לגמרי לבד, אבל תהליך השימור והעדכון של תוכנות גדולות הוא תמיד בגדר עינוי. לכן, טכנולוגיות מידע מעוררות אצל המתכנתים סוג של סכיזופרניה: בלבול מתמיד בין המצוי לרצוי בממשק. הטכנולוגיסטים היו רוצים שכל התוכנות יתנהגו כתוכנות קטנות ומשחקיות, והם ישתמשו בכל טריק פסיכולוגי זול כדי להימנע ממחשבה רצינית ומציאותית על עולם המחשבים ועל תפקידם בו.

אופיין השברירי של תוכנות בשלבי פיתוח עלול להוביל עיצובים דיגיטליים למצב של קיפאון מוחלט, בתהליך הידוע כהתקבעות. זה קורה כשיותר ויותר תוכנות מתוכננות כך שיעבדו עם תוכנה קיימת.

מרגע זה, כל שינוי מהותי בתוכנה מרכזית זו מחייב שורה של שינויים מסונכרנים בכל התוכנות הרוכבות על גבה. לכן זה כמעט אף פעם לא קורה. מרגע שתוכנה אחת התנפחה, קשה מאוד לפוצץ אותה.

מפעם לפעם אנו חווים תור זהב דיגיטלי | יום בהיר אחד בתחילת שנות השמונים מתכנת סינתיסייזרים בשם דייב סמית מצא, באופן מקרי לחלוטין, דרך לייצג תווים מוזיקליים בתווים דיגיטליים. הטכנולוגיה הזאת נקראת MIDI, והיא המירה פעולות על הקלידים בפעולות על המקלדת. MIDI, כמובן, לא יכולה לייצג את המעברים המשתקיים או המעוגלים שכל זמר או נגן סקסופון יכול להפיק. היא יכולה לייצג רק את פסיפס הקלידים, לא את עולם צבעי המים של הכינור. אבל כל זה לא אמור היה להדאיג את מתכנת ה־MIDI, דייב סמית, שכן דייב רצה בסך־הכול לחבר כמה סינתיסייזרים יחד, כדי להעשיר את פאלטת הצלילים שעמדה לרשותו כשניגן על אורגן בודד.

חרף מגבלותיה MIDI הפכה לסטנדרט הטכנולוגי לייצוג מוזיקה בתוכנה. עוד ועוד תוכנות וסינתיסייזרים הונדסו עבור MIDI, כך שעד מהרה היה זה בלתי כדאי וכמעט בלתי אפשרי להיפטר ממנה. MIDI התקבעה, ושנים של מאמצים הרואיים מצד ארגונים מקצועיים, חברות ענק ואנשי אקדמיה לעדכן אותה לא הועילו – היא נותרה, לטוב ולרע, כמות שהיא.

לשם השוואה, מנהרות הרכבת התחתית של לונדון נבנו כך, שחלק מהקווים אינם יכולים להכיל קרונות עם מיזוג אוויר מודרני. לפיכך, בגלל החלטה הנדסית שהתקבלה לפני מאה שנה ויותר, עשרות־אלפי נוסעים באחת הערים העשירות בעולם סובלים מחום ומחנק. ומהן רכבות תחתיות לעומת תוכנות, שאין עליהן שום מגבלות הנדסיות קבועות וכל־כולן שרירות לב חד־פעמית, סבוכה ומבולגנת עד אימה! כך שאם קיבעון, ואפילו קיפאון הנדסי, הוא גנגסטר בעולם הרכבות התחתיות, הוא רודן של ממש בעולם הדיגיטלי.

החיים על עקומת מור | היבט גורלי ומדאיג בטכנולוגיות מידע הוא, שמרגע שיישמנו עיצוב מסוים, סתם כי הוא במקרה התאים לצורך מסוים ברגע מסוים, העיצוב מתקבע. העיצוב הזה הופך לחלק אינטגרלי מחיינו, על אף שעיצובים טכנולוגיים לא פחות טובים היו יכולים להחליף אותו רגע לפני ההתקבעות.

עם הזמן הופכת הפרעה ארעית זו לאתגר נפילי ממש, שכן כוח המחשוב גדל באורח אקספוננציאלי – גידול הנודע בשם "חוק מור".

מאז תחילת הקריירה שלי, וזה לא היה כל־כך מזמן, כוחם של מחשבים גדל פי מיליונים. אתם טומנים זרע של עץ, ולפני שהספקתם לקום חזרה על רגליכם – העץ שנטעתם בולע את כל הכפר. כך שעולם

בן שניידרמן. כיתוב......

סטיב ג'ובס. כיתוב......

ממשקי מדיה שונים מעוררים פוטנציאלים שונים בטבע האנושי. אל לנו לשכלל את מנטליות העדר עד קצה גבול יכולתה. תחת זאת עלינו לעורר השראה בפרט לפתח את האינטליגנציה שלו

על סמך מה אנחנו מעדיפים מאפיין טכנולוגי אחד על פני אחר? מערכות דיגיטליות מאפשרות לנו חופש פעולה קיצוני, אבל החופש הזה כולל בתוכו גם אובדן דרך מוסרית. אם אנחנו יכולים להמציא הכול - מה עלינו להמציא?

התכנות מחייב מידה כמעט לא הוגנת של זהירות מצד המתכנתים. בגלל הגידול האקספוננציאלי בכוח המחשבים, שומה על המתכנתים לנהוג משנה זהירות בבואם להכריע לטובת מאפיין זה או אחר בטכנולוגיה החדשה. להחלטות משניות לחלוטין, שנראות טריוויאליות בהתחלה, יכולות להיות השפעות מרחיקות לכת על חיינו.

טכנולוגיית MIDI של דייב סמית נמצאת עכשיו בטלפון הנייד שלכם ובמיליארדי מכשירים אחרים ברחבי העולם. על מסד ה־MIDI מושתתים רוב הצלילים בחיינו. המוזיקה הפופולרית, הרינגטונים, הביפים לפני חדשות השעה שמונה – כולם נכתבו עבור MIDI. כל חוויית השמע האנושית השתנתה מן היסוד, בגלל שטכנולוגיה מקרית ופגומה התקבעה לה בתעלות האוזן שלנו.

יום יבוא וטכנולוגיה שתחקה דיבור תקנה לה אחיזה של קבע בחיינו. הטכנולוגיה הזאת תאומץ על–ידי תעשיית המוזיקה, מה שיאפשר הפקה עשירה ועגולה יותר של מוזיקה אלקטרונית ביחס למה שמאפשרת כיום טכנולוגיית MIDI. אבל גם אם זה יקרה, וגם אם בעוד אלפי שנים מעכשיו צאצא שלנו יטוס במהירות האור במטרה לחקור מערכת שמש חדשה, סביר להניח שהוא עדיין יתעצבן לשמוע איזה ביפ–ביפ ב–MIDI, שיכריז על הצורך לכייל מחדש את מנוע האנטי–חומר בחללית.

התקבעות הופכת מחשבות לעובדות | לפני MIDI התו המוזיקלי היה רעיון חסר גבולות שהתעלה מעל כל הגדרה. באמצעות התו המוזיקלי מוזיקאים תיעדו, לימדו וחשבו מוזיקה. התו המוזיקלי היה כלי מנטלי נפרד מהמוזיקה גופה. כך, לדוגמה, אנשים שונים יכולים היו להאזין לאותה יצירה ולשמוע תווים שונים.

אחרי MIDI התו המוזיקלי לא היה עוד רעיון מופשט: הוא הפך למערך נוקשה של חוקים, שהוחלו על כל היבטי החיים שעברו דיגיטציה. תהליך ההתקבעות, של MIDI בפרט ושל טכנולוגיות בכלל, משול לגל גדול השוטף את המחשבה הגמישה ויוצק אותה מחדש בבטון.

תהליך ההתקבעות משול גם למתודה המדעית. הפילוסוף קרל פופר צדק בקביעתו שהמדע אינו אלא תהליך של פסילת מחשבות: אף אחד כבר אינו יכול לטעון ברצינות, שכדור ארץ שטוח הופיע מעצמו לפני כך וכך אלפי שנים. אך המדע פוסל רעיונות על בסיס אמפירי, ומסיבה טובה, ואילו ההתקבעות הדיגיטלית פוסלת רעיונות על בסיס עצלות, פוליטיקה ואופנה – או סתם על בסיס מזל ומקרה.

הנה אתגר מחשבתי מעניין: כיצד יכול מוזיקאי אלקטרוני עכשווי לבחור לעבוד עם התו המוזיקלי הישן, בשעה שהוא מבלה את כל שעות היממה בהאזנה ל–MIDI ומתקשר עם מוזיקאים אחרים באמצעות סטנדרט MIDI? האם כדאי לו פשוט להרכין את ראשו ולקבל עליו את רודנות ה–MIDI, גם אם הוא מעדיף את הגמישות המחשבתית של התו המוזיקלי הישן?

חשוב שנתור את קצה המסתורין, שנתהה לגבי דברים שאין להם שם, שנחפש רעיונות חדשים – אחרת נעבור בעצמנו סטנדרטיזציה דיגיטלית, בדומה לתהליך הסטנדרטיזציה של המוזיקה. אנחנו יכולים לזנוח את התו המוזיקלי, אבל אל לנו לזנוח את עצמנו.

התרגשתי מאוד כשדייב יצר את ה–MIDI. חברים שלי מצוות מקינטוש המקורי נחפזו להכין ממשק MIDI למק, ואני עצמי כתבתי לו תוכנת יצירה. MIDI גרם לנו להרגיש חופשיים יותר מאי–פעם. בעצם, היה עלינו לחוש במלכודת.

כיום, ה–MIDI התקשה והתאבן עד כדי כך, שהתרבות התאימה את עצמה לממדיו במקום שהוא יתאים את עצמו לממדיה. צמצמנו את ציפיותינו ממוזיקת הפופ במקום להרחיב את הטכנולוגיה. וזו ממש לא אשמתו של דייב.

תיקוף דיגיטלי: התקבעות הופכת פילוסופיה למציאות | לא מעט דעות קדומות שיש לנו לגבי טכנולוגיות מידע, ובכללן רעיונות שבאו לידי ביטוי ב־MIDI, הגיעו ממערכות הפעלה בשם UNIX.

בשעה ש־MIDI דוחסת את כל קשת הביטוי המוזיקלי אל מערך מגביל של מקשים על קלידים מוזיקליים, UNIX דוחסת את כלל פעולות החישוב לתוך מערך המקשים של המקלדת. למעשה, אפשר להמשיל את השימוש במערכת ההפעלה UNIX לאדם שמקליד על מכונת כתיבה. ב־UNIX ההקלדה הזאת נקראת "ממשק פקודה־שורה": אתם מקלידים הוראות, ואז לוחצים על "אנטר" על מנת שהתוכנה תורה למחשב לבצע אותן. כמובן, אינכם היחידים שמכתיבים הוראות למחשב, אך UNIX אינה יודעת להבדיל בין הוראות שמתקבלות מאנשים שלוחצים על אנטר, להוראות שמתקבלות אוטומטית מתוכנות אחרות.

מאחר שבני אדם מפגרים ביכולת ההקלדה שלהם אחר תוכנות, UNIX מורה למחשב לבצע שורה של פעולות שמקורן בתוכנות שונות על חשבון הזמן של המשתמש. מבחינת האורגניזם האנושי, המבוסס על המשכיות חושית וקוגניטיבית מסונכרנת להפליא, סידור זה יוצר מצבים של "היתקעות" מסתורית בעת השימוש ב–UNIX. בימיה הראשונים של התוכנה המסנגרים על UNIX טענו, שהגברת מהירות החישוב תפתור את בעיות התזמון וההיתקעות שהדאיגו אותי באותם ימים. ואמנם, המחשבים של היום מהירים פי מיליונים, והגברת

המהירות פתרה את רוב הבעיות של UNIX, אך לא את כולן.

יש לי אייפון בכיס, ובאייפון יש – איך לא? – UNIX. הגאדג'ט הזה, כמו רבים אחרים, סובל משורה על עיכובים מסתוריים בממשק המשתמש. המשתמש לוחץ על כפתור וירטואלי וממתין לתגובה – שמבוששת לבוא. מתח מוזר נבנה ברגע הזה, מאחר שהמשתמש לא יודע מה האייפון עושה במקום לעשות את מה שהוא ביקש ממנו לעשות. הנה היא, רוח הרפאים של UNIX: אחרי כל השנים האלה היא עדיין מסרבת לפעול לפי הקצב של הגוף והמוח שלי.

ואני לא נטפל כאן לאייפון. אני יכול באותה מידה לבחור כל מחשב אישי בן זמננו. אני אפילו לא נטפל כאן ל–UNIX. גם מערכת ההפעלה Windows חולקת עם התוכנה את הרעיון, לפיו הסמל חשוב יותר מהזרימה בזמן והרצף החווייתי של המשתמש.

פילוסופיות תוכנה מקובעות – הן בכל מקום | רעיון שהתקבע עוד יותר הוא רעיון הקובץ. היה היה זמן, וזה לא היה כל–כך מזמן, שמדעני מחשב רבים חשבו שרעיון הקובץ אינו מוצלח במיוחד.

התכנות הראשון של משהו הדומה במשהו לרשת האינטרנט, Xanadu של טד נלסון, לא היה אלא קובץ אחד ענק וגלובלי. גם בגירסה הראשונה של מקינטוש, שמעולם לא שוחררה לעולם, בכלל לא היו קבצים. תחת זאת, כל תוצרי המשתמש במקינטוש המקורי רוכזו במבנה אחד, המזכיר דף אינטרנט אישי. רעיון הקובץ הופיע רק אחרי שסטיב ג'ובס לקח את פרויקט המק ממייסדו המנוח, ג'ף רסקין.

כיום יש קבצים ב–UNIX, יש קבצים במק ויש קבצים ב–Windows. כיום קבצים הם חלק מהחיים. אנחנו מלמדים סטודנטים למדעי המחשב על רעיון הקובץ כאילו היה זה חוק טבע. למעשה, אנחנו תופסים את הקבצים כממשיים יותר מחוקי הטבע: אני יכול לדמיין מצב שבו מדעני הטבע יגידו לנו להפסיק להאמין בפוטון, כי הם גילו דרך טובה יותר לחשוב על מהות האור. לא כך עם הקובץ. הקובץ יחיה לנצח.

ברמה הפילוסופית הקובץ מבטא את הרעיון, לפיו החוויה האנושית ניתנת לחלוקה ולארגון מחדש במספר גושים, כשלכל גוש יש מספר גירסאות ותוכנות שונות צריכות להתאים לגושים שונים. אילו השלכות יש לרעיון הזה על עתיד החוויה האנושית? זו שאלה מורכבת יותר מהשאלה "כיצד משפיעה השפה האנגלית על מחשבות דוברי האנגלית?", מאחר שניתן להשוות בין מחשבות של דוברי אנגלית למחשבות של דוברי סינית – אך לא ניתן להשוות בין מחשבות המשתמשים בקבצים למחשבות אלה שאינם משתמשים בקבצים. כולם משתמשים בקבצים. הקבצים הם שפה אוניברסלית. בעצם, רעיון הקובץ הפך להיות גדול עד כדי כך, שכבר אין בנמצא מסגרת רעיונית רחבה מספיק שתאפשר לנו להעריך אותו באופן אמפירי.

קווין קלי. כיתוב....

טכנולוגיסטים כמוני יוצרים הרחבות מלאכותיות של עצם הקיום שלכם, כגון עיניים ואוזניים מרחיקות ראות ושמע (מצלמות רשת ואוזניות) או זיכרון על–אנושי (כל הפרטים שאתם יכולים לחפש באינטרנט). הרחבות אלו הופכות לחלק אינטגרלי מהתקשורת שלכם עם הזולת והעולם, ומכאן שהן גם משנות את התפיסה שלכם - הן לגבי העולם והן לגבי עצמכם

טד נלסון. כיתוב....

מה שקרה לרכבות, לקבצים ולתווים מוזיקליים יכול לקרות גם להגדרת האדם | כדאי לנסות להבחין מתי פילוסופיות מתגבשות לכדי תוכנות מקובעות. כך, למשל, האם אנונימיות או פסבדונימיות נרחבת היא דבר חיובי? זו שאלה חשובה, כיוון שהרעיונות הפילוסופיים הקשורים בה באשר לאופן שבו בני אדם מבטאים משמעות, התקבעו בעיצובי התוכנה של האינטרנט עד כדי כך, שאולי לעולם לא נוכל להיפטר מהם, או אפילו לזכור שעיצובים אלה היו יכולים להיראות אחרת.

עלינו לפחות לנסות להימנע מסוג זה של התקבעות שעומדת בפתח. ההתקבעות גורמת לנו לשכוח את החירויות האבודות שמהן נהנינו בעבר הדיגיטלי, מה שרק מקשה עלינו לראות את החירויות שמציע לנו העולם הדיגיטלי הנוכחי. למרבה המזל, עם כל הקושי אנו עדיין יכולים לשנות חלק מהביטויים העיצוביים של רעיונות שניצבים על סף התקבעות בכלים המשמשים אותנו.

הפתעה משמחת | עליית רשת האינטרנט הייתה מקרה נדיר, שבו האמונה בטוב לבו של האדם זכתה לאישוש. מי היה מאמין שמיליוני אנשים ישקיעו כל-כך הרבה מאמץ ביצירת תכנים לאינטרנט – וכל זה ללא תמריץ כלכלי, איום בענישה, פוליטיקה של זהויות, דמויות כריזמטיות, הפחד ממוות או כל תמריץ קלסי אחר. המון אנשים עשו המון דברים יחד, אך ורק בגלל שהרעיון הגדול יותר היה טוב ויפה.

הנה, מתברר שאפילו פילוסופיה אופטימית ואידיאליסטית היא פילוסופיה ישימה. שימו פילוסופיה שמחה בתוכנה, והיא בהחלט עשויה להתגשם!

אין להשאיר את ביקורת הטכנולוגיה בידיהם של הלודיטים | אבל לא כל ההפתעות היו משמחות. אנחנו, פעילי המהפכה הדיגיטלית, עדיין מאמינים ברובנו בחלק גדול מהאידיאלים העמוקים והנפלאים שהניעו אותנו לפעולה לפני שנים רבות. מאז ומעולם האמנו כולנו שאם נעצים את האדם – נופתע לטובה מהשימוש שהוא יעשה בכוחותיו החדשים.

אבל יש משהו פרוורטי בנסיקת האינטרנט. האמונה הראשונית ברשת ככלי בידי האדם הוחלפה באמונה ברשת עצמה כבעל-אדם. הממשקים החדשים של web 2.0, המזינים את האמונה הפרוורטית הזאת, נוטלים את הכוח חזרה מהמשתמש. אופנת האנונימיות הגיפה שוב את תריסי החלונות, שהורמו בהתמדה ובמאמצים רבים לאורך שנות התשעים. תהליך זה העצים את כוחם של הסדיסטים והחליש את כוחם של האנשים הרגילים.

רוח ההתנדבות הוכיחה את עצמה ככוח בל ישוער בימים הראשונים של הרשת. כשחברות עסקיות ניסו להרוויח מהרוח הזאת נוצר מעין קונפליקט: מצד התוכן, הרשת תפקדה יפה מאוד גם בלי תכנית עסקית. גוגל, למשל, ניסתה לקשור בין פרסום לחיפוש, אבל העסק שלה נשאר בשולי הפעילות המקוונת. הגלים הראשונים של הפעילות המקוונת היו אנרגטיים להפליא. הייתה להם איכות אישית. גולשים יצרו לעצמם דפי-בית, וכל אחד מהם היה שונה ולעתים קרובות גם משונה. לרשת היה טעם

אז היזמים ביקשו ליצור מוצרים שיעוררו ביקוש (או לפחות, הזדמנויות פרסום שיום אחד יתחרו בגוגל), אף שלא היה להם כל ביקוש והם לא ענו על אף צורך – אף צורך מלבד תאוות הבצע של היזמים.

עד כה, רק גוגל חצבה לעצמה נישה קבועה ברשת, באמצעות מערכת דיגיטלית של ייצוג והשוואת אנשים ומודעות. כמו ב־MIDI כך בגוגל: כל גורם במערכת – כל מחשב, כל משתמש, כל ביט – מפתח תלות בסטנדרט מסוים, בנקודת המרה מסוימת. שלא כמו ה־MIDI, סטנדרט ההמרה של גוגל נותר חבוי באיזה ענן מחשוב[2]. כל מי שרוצה לפרסם מודעות באינטרנט צריך להשתמש בסטנדרט של גוגל – אך מבלי לדעת מהו. במקרה של גוגל, עקרון המונופול חסוי בשעה שהמונופול גלוי לעין כול. לכן יכול להיות רק שחקן אחד בנישה של גוגל, ולכן שאר המתחרים הלכו כלעומת שבאו.

סדרה של מהלכים מסחריים שמאחוריהם השקעות ענק עודדה אנשים צעירים שנכנסו לראשונה לעולם המקוון, להכפיף את התכנים שלהם לתבניות אחידות שנקבעו באתרים כמו פייסבוק. אינטרסים מסחריים קידמו עיצובים שעברו אף הם האחדה, כמו הבלוג, והעיצובים האלה עודדו את השימוש בפסבדונים בשל חלק ממרכיביהם, כמו הטוקבקים. הם עשו זאת במקום לעודד את ההחצנה העצמית הגאה, שאפיינה את הגל הראשון של תרבות הרשת.

במקום להתייחס לאנשים כאל מקור היצירה שלהם, אתרי אגרגציה מסחריים הציגו מקטעים אנונימיים של יצירה, שהיו יכולים באותה מידה ליפול כמן מהשמים, תוך טשטוש המקור האמיתי שלהם.

עליית השבטיות | הדרך שבה הגענו הנה היא דרכו של שבט אחד של טכנולוגיסטים, שהפך באחרונה למשפיע יותר מאחרים. לבני

2 | ענן מחשוב הוא כינוי לשרתים מרוחקים, המחזיקים במידע ובכוח מחשוב הזמינים פוטנציאלית

3 | לכל עמדת קצה המחוברת אליהם באמצעות הרשת.

השבט הזה אין שם רשמי, אבל אני מכנה אותם בשם "טוטליסטים קיברנטיים" או "מאואיסטים דיגיטליים".

השבט שהעפיל לבכורה מורכב מחבר'ה מעולם הקוד הפתוח, מקהילת Linux, מגישת הבינה המלאכותית כלפי מדעי המחשב, מאתרי שיתוף הקבצים ומ-web 2.0. בירתם היא עמק הסיליקון, אבל יש להם בסיסים בכל קצווי תבל. הבלוגים החביבים עליהם כוללים את TechCrunch, Boing Boing ו-Slashdot, והשגרירות שלהם בעולם הישן היא מגזין "Wired".

כמובן, אני מצייר כאן תמונה במכחול רחב למדי; לא כל חבר בקבוצות שמניתי כאן מחזיק בהכרח בכל האמונות שאני מבקר. למעשה, מי שמחזיק באמונות הטפלות שמדאיגות אותי הם לא הטכנולוגיסטים עצמם, אלא המשתמשים שמשתמשים בכלים שהטכנולוגיסטים מקדמים.

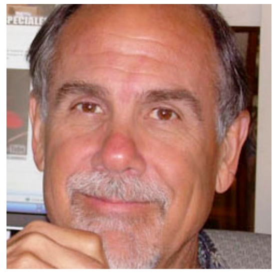
הטעות הקרדינלית של התרבות הדיגיטלית העכשווית היא הדאגה לרשת יותר מאשר לאנשים שמרושתים בה. אבל הרשת כשלעצמה היא חסרת משמעות. רק לאנשים יש משמעות.

כשאני כותב על השבט הזה, אני לא כותב על איזה "הם" רחוק. חברי השבט הם החברים הטובים ביותר שלי, המורים שלי, התלמידים שלי, הקולגות שלי. רבים מחברי לא מסכימים עם הדברים שאני אומר, וייאמר לזכותם שאני מרגיש חופשי להביע את דעתי מבלי לדאוג למקומי בעולם שלנו.

מצד שני, אני גם מכיר מסורת דיגיטלית אחרת, מסורת הומניסטית. עם הדמויות המפורסמות במסורת זו ניתן למנות את ג'וזף וייצנבאום, טד נלסון, טרי וינוגרד, אלן קיי, ביל בקסטון, דאג אנגלברט, בריאן קנטוול סמית, הנרי פוקס, קן פרלין, בן שניידרמן (שהמציא את רעיון ההקלקה על לינק) ואנדי ואן דאם, מחנך גדול שהשפיע על דורות של תלמידים. גם דייוויד גלרנטר, שהמציא את חלק הארי של מה שאנו מכירים היום כמחשוב ענן, ראוי להימנות עם דמויות המופת של המסורת ההומניסטית במחשבים.

יש לציין שהזרם ההומניסטי במדעי המחשב אינו משתייך לתרבות מסוימת. טד נלסון הוא תוצר מובהק של שנות השישים, דמות הנווד של תרבות-הנגד ומי שאחראי למחזמר הרוק הראשון, "Anything & Everything". דייוויד גלרנטר, לעומת זאת, הוא שמרן פוליטי ותרבותי שכותב עבור מגזינים כמו "Commentary" ומלמד בייל. ובכל זאת, אני שואב השראה משניהם.

לשבט או לחסד | כוונותיהם של חברי שבט זה טובות ביסודן. הם פשוט ממשיכי דרכם של שוחרי טוב קודמים, כגון הפרוידיאנים והמרקסיסטים – ואין כאן נימה מזלזלת. אני חושב על הגלגולים



חסר שם... כיתוב תמונה

יש משהו פרוורטי בנסיקת האינטרנט. האמונה הראשונית ברשת ככלי בידי האדם הוחלפה באמונה ברשת עצמה כבעל-אדם. הממשקים החדשים, המזינים אמונה פרוורטית זאת, נוטלים את הכוח חזרה מהמשתמש

הטעות הקרדינלית של התרבות הדיגיטלית העכשווית היא הדאגה לרשת יותר מאשר לאנשים שמרושתים בה. אבל הרשת כשלעצמה היא חסרת משמעות. רק לאנשים יש משמעות

טים ברנרס לי. כיתוב.....

הראשונים של המרקסיזם, למשל, לפני שהסטליניזם והמאואיזם הרגו מיליונים.

התנועות שנקשרו בשמות של פרויד ומרקס חצבו יסודות בהבנה המדעית והחברתית של העולם. תנועות אלה הכריזו מלחמה על ההזיות המוזרות והמניפולטיביות של הדתות – ובסופו של יום הגו כמה הזיות מוזרות לא פחות. תהליך זה קורה פעם נוספת. תנועה מטריאליסטית שמנסה לבסס את עצמה כמדע, נראית יותר ויותר כדת. פתאום אנחנו מתחילים לדלג על חקירה מדעית ספקנית בדרך למסקנה. פתאום התנועה מציגה חזון אחרית ימים משלה בדמות הסינגולריות , ודטרמיניזם חברתי חדש בדמות הרשת.

מתי מגיעים? | משהו מדהים אירע עם לידת רשת האינטרנט. האמונה בטוב לבו הבסיסי של האדם הוצדקה, כשכלי ידע חופשי ועצמאי ניתן לקבוצה עצומה של אנשים. במידה רבה, החופש הזה כבר התקבע תודעתית. הידד!

אבל באותו זמן ממש רעיונות הרבה פחות מדהימים לגבי החיים ומשמעותם התקבעו אף הם – רעיונות כמו גסות ההבעה המוזיקלית של MIDI והזמן הממוחשב של UNIX. המחיר שאנו נתבעים לשלם הוא סביר, אני מכנה אותו בשם "הפסד אסתטי", והוא מאוזן על–ידי ניצחונות אסתטיים. העולם הדיגיטלי נראה טוב יותר ממה שהוא נשמע הודות למאמציהם של אקטיביסטים דיגיטליים, כגון חבר'ה מ–Xerox Parc (במיוחד אלן קיי), אפל, אדובי והעולם האקדמי (ובמיוחד דון קנות מסטנפורד) – שלחמו כדי להציל אותנו מכמה פונטים מכוערים במיוחד, רגע לפני שנתקענו איתם להרבה מאוד זמן.

בסך–הכול, הצלחנו לא רע בכלל! אבל האתגר שמונח עכשיו לפתחנו, web 2.0, הוא אתגר בקנה מידה אחר לגמרי. הממשקים החדשים הנמצאים על סף התקבעות, דורשים שנצמצם את עצמנו כבני אדם באופן אקטיבי. זה דבר אחד לתכנת ייצוג מצומצם של מוזיקה או של זמן – ודבר אחר לגמרי לעשות את זה לעצם אנושיותנו.

למה זה חשוב | אם אתם מרגישים בנוח להשתמש בכלים שאתם משתמשים בהם, מי אני שאספר לכם שיש בכך טעם לגנאי? אך אנא מכם, קחו רגע לשקול את הנקודות הבאות:

- הדגשת ההמון פירושה מחיקת הפרט בחברה, וכשפרטים מתבקשים להפסיק להתנהג כפרטים, הם חוזרים להתנהג כהמון מוסת. התנהגות זו מובילה לא רק לטרולים עוצמתיים; היא מובילה לרשת עוינת ושמרנית.
- ענני המחשוב שינו את אופי הפיננסים. הצלחה פיננסית נמדדת היום ביכולת לתמרן את הענן על חשבון עקרונות מבוססים.
- ישנן הצעות להתאים את תהליך החקירה המדעית לעקרונות הענן. אם הצעות אלו יתקבלו, מדענים כבר לא יבינו מה הם עושים.
- תרבות הפופ נדבקה במחלת הנוסטלגיה. התרבות הדיגיטלית נשלטת על־ידי רימייקים ורמיקסים טריוויאליים ועל–ידי תגובות נאצה כלפי המדיה הממסדית הגוועת. זוהי תרבות–נגד בלי בעד.
- הרוחניות מתאבדת. ההכרה מנסה למחוק את עצמה.

יכול להיות שאתם חושבים שסתם חיברתי כאן קטלוג של כל הקשיים והכשלים האפשריים של התרבות הטכנולוגית, אבל זה לא נכון. לכל הדוגמאות הללו יש מקור אחד: המשמעות העמוקה של היותנו בני אדם הולכת ונמחקת באשליות של ביטים.

עלינו לחשוב על התשתית הדיגיטלית שאנו מניחים כעת, שכבה על גבי שכבה, במטרה להועיל לדורות הבאים. עלינו להיות אופטימיים ולהאמין שהציוויליזציה תשרוד את המאה רבת האתגרים הזאת, ולהשקיע מאמצים ביצירת העולם הטוב ביותר עבור אלו שיירשו אותנו.

ביחס לשאר האתגרים העומדים לפתחנו, דיונים לגבי התרבות המקוונת בוודאי נראים שוליים למדי. עלינו להתמודד עם ההתחממות הגלובלית, לעבור לאנרגיה חלופית, להימנע ממלחמות עם נשק להשמדה המונית, לתמוך באוכלוסיות המזדקנות, להבין כיצד להרוויח מהשוק החופשי מבלי להידרס על–ידי כשלי השוק הזה, ולדאוג לשאר ענייני חולין. אבל הדיונים לגבי התרבות הדיגיטלית, עתיד הפרטיות והקניין הרוחני עוסקים בדמות החברה האנושית כפי שתהיה – אם נצלח את כל שאר האתגרים.

נהוג לצרף לכל מטרה גלובלית רשימה של הצעות עשה–זאת–בעצמך: דוושו לעבודה, מחזרו, וכולי. אני מציע רשימה דומה לבעיות שהעליתי כאן:

- אל תטקבקו באנונימיות, אלא אם כן נשקפת לכם סכנה ממשית.
- אם אתם משקיעים מאמץ בכתיבת ערכים לוויקיפדיה, הפנו מאמצים גדולים יותר לביטוי עצמי מחוץ לוויקי ולגיוס אנשים שמתעניינים באותם ערכים שתרמתם להם.
- צרו אתר שמבטא משהו בכם, שלא מתאים לשבלונה הקיימת ברשתות החברתיות.

פרסמו מפעם לפעם וידיאו שאורכו מאית מהזמן שלקח לכם ליצור אותו.

- כתבו פוסט בבלוג שדרש מכם שבועות על גבי שבועות של הרהורים עמוקים.
- אם אתם מצייצים, נסו למצוא דרך לבטא את מצבכם הפנימי במקום להדהד אירועים חיצוניים. כך תימנעו מהאמונה המסוכנת, לפיה אירועי היום מכתיבים את מי שאתם, כפי שהם מכתיבים למכונה את מה שהיא.

מיהו ג'רון לניאר, אחד ממאה האנשים המשפיעים של "טיים"

ג'רון לניאר הוא מחלוצי תחום המציאות המדומה, ולדבריו, הוא זה שטבע את המונח Virtual Realtiy, או לפחות הפך אותו לפופולרי. הוא נולד בניו יורק ב־1960. אמו, ניצולת מחנה ריכוז, מתה בתאונת דרכים כשהיה בן תשע. אביו, בן למשפחה יהודית שהיגרה מאוקראינה לארצות–הברית על רקע פוגרומים, גידל אותו לבד בניו מקסיקו. במשך תקופה ארוכה השניים גרו באוהלים, עד שאביו החל לבנות בית בצורת כיפה גאודזית, שלניאר הצעיר עזר בעיצובה.

בגיל 13 החל לניאר ללמוד באוניברסיטת מדינת ניו מקסיקו, שם פגש את המומחה בעל השם לבינה מלאכותית מרווין מינסקי ואת האסטרונום קלייד טומבו, שגילה, בין היתר, את פלוטו. בתחילת שנות השמונים החל לניאר לעבוד בחברת משחקי הארקייד, הווידיאו והמחשב Atari. עם התפצלות החברה באמצע שנות השמונים הוא הקים, יחד עם תומאס צימרמן, את חברת VPL Research, שניסתה לפתח טכנולוגיות של מציאות מדומה. הייתה זאת החברה הראשונה שפיתחה יישומים מסחריים בתחום זה. לאחר כמה פיתוחים תקדימיים החברה הגישה ב–1990 בקשה לפשיטת רגל, ותשע שנים מאוחר יותר הפטנטים שלה נקנו על–ידי Sun Microsystems.

בעשור האחרון היה לניאר חוקר אורח במוסדות אקדמיים ובחברות מסחריות כמו מייקרוסופט, שם עבד, לצד עיסוקיו במחשבים, באינטרנט ובמציאות מדומה, על פיתוח המכשיר Xbox 360 עבור Kinect.

לניאר מתעניין גם במוזיקה. בבעלותו אוסף נדיר של כלי נגינה ייחודיים, רובם ממדינות המזרח.

המגזין "Time" בחר בלניאר כאחד ממאה האנשים המשפיעים ביותר בעולם ב־2010. חמש שנים קודם לכן, קוראי המגזינים "Foreign Policy" ו־"Prospect" בחרו בו כאחד ממאה האינטלקטואלים הציבוריים המשפיעים ביותר בעולם. בשנים האחרונות החל לניאר להשמיע ביקורת חריפה נגד אדריכלי העידן הדיגיטלי, כפי שאנו מכירים אותו היום, בדגש על web 2.0, שדוגמאותיו הבולטות ביותר הן ויקיפדיה, youtube והרשתות החברתיות. הוא מבקר, בין היתר, את האדרת חוכמת ההמונים ברשת, את ההשוואות בין האדם למחשב העומדות בבסיס גישות של בינה מלאכותית, ואת האמונה הטכנו־אוטופיסטית בסינגולריות, לפיה אנו עומדים בפני מהפכה טכנולוגית אדירה שתביא ליצירת בינה מלאכותית ולקרע בהיסטוריה של המין האנושי.

אלה הן רק כמה מהפעולות שאפשר לעשות כדי להיות אדם שלם, ייחודי, במקום להיות מקור של פרגמנטים בשירות אחרים. כל עוד אינכם מצמצמים את עצמכם לטובת התוכנה, אתם מסייעים להרחיב את הרעיונות שיהפכו בחלוף הדורות לסטנדרט. תמיד טוב שאדם יאהב את המדיום שהוא עוסק בו. אהבו צבע אם אתם ציירים, אהבו את הקלרינט אם אתם מוזיקאים. אהבו את השפה האנגלית (או שנאו אותה). אהבת המדיה היא אהבת המסתורין.

לא כך הם פני הדברים ביחס לטכנולוגיות דיגיטליות כמו MIDI או UNIX, ואפילו ביחס לרשת האינטרנט עצמה. את הטכנולוגיות הללו מוטב לאהוב עם קורטוב ספקנות, שכן אלה נהגו לאחרונה ועוצבו ביד המקרה. אם תאהבו מדיום דיגיטלי, ישנה הסכנה שתילכדו במחשבות הטריות של מישהו אחר. הילחמו בזה!

חשיבות הפוליטיקה הדיגיטלית | בשנות השמונים והתשעים היה קמפיין למען ממשק גרפי מעוצב ומוקפד בתוכנות. הקמפיין הפוליטי הזה נשא פירות, כשהשפיע על מהנדסים בחברות כמו אפל ומייקרוסופט לשנות את מהלך התרבות הדיגיטלית רגע לפני שזו התקבעה. אך ורק בזכות הקמפיין ההוא יש לנו פונטים נאים ואפשרויות עיצוב גמישות על המסך.

היום אנחנו צריכים לצאת בקמפיין דומה, שישכנע את המהנדסים, המעצבים, אנשי העסקים וכל מי שיש לו יד בדבר, לתמוך בחלופות הומניסטיות ברשת. לצערי, קמפיין הפוך לזה מדבר היום אל לבם. התרבות המקוונת מלאה בלהג משיחי, שמושך את הרשת לכיוון על–אנושי ואל–אנושי.

תרגום: עודד כרמלי

האלגוריתמים כבשו את וול־סטריט

תוכנות הסוחרות באופן אוטומטי בניירות ערך שינו מן היסוד את פעילות שוק ההון בשנים האחרונות. רוב המסחר בבורסות האמריקאיות מתנהל כיום ללא כל מעורבות אנושית, והתוצאה היא משברים מלאכותיים. כך הפכו השווקים למגרש המשחקים של מתכנתים ומומחי מידע

יאיר קלדור

ברוקר בבורסה לניירות ערך בניו יורק
צילום: גטי אימג'ס

שלוש דקות לאחר תחילת המסחר בבורסת ניו־יורק כבר היה ברור לכולם, שמשהו אינו מתנהל כשורה. מחיריהן של מניות רבות עלו בחדות, בעוד שמניות אחרות צנחו בלי סיבה ברורה. תוך חצי שעה היה נפח המסחר גדול פי שישה מהרמות הרגילות, ובכמה מהמניות התבצעו יותר ממאה עסקות בשנייה. מניות שזינקו קודם לכן שינו מגמה והחלו ליפול; המניות שספגו ירידות החלו לפתע לטפס. רק כעבור 45 דקות מתחילת המסחר החלו העניינים להירגע והתנודתיות הפרועה שככה. הברוקרים ברצפת המסחר ניגבו את הזיעה וחזרו לעבוד כרגיל.

כל זה קרה בתחילת אוגוסט 2012, לאחר שתוכנה למסחר ממוחשב של חברת ההשקעות נייט קפיטל "שוחררה" בטעות אל בורסת ניו־יורק והחלה להשתולל מבלי שאף אחד בחברה ישים לב. האלגוריתם שפיתחה נייט קפיטל קנה ומכר 148 מניות שונות בבורסת ניו־יורק – בהן המניות של חברת נוקיה, בנק אוף אמריקה וקטרפילר – בקצב של עשרות ומאות עסקות בשנייה, וזרע מהומה במסחר. חברת נייט קפיטל הפסידה כמעט חצי מיליארד דולר באותו יום, וכדי להימנע מפשיטת רגל נזקקה לחבילת חילוץ שארגנו הגופים הפיננסיים הגדולים בוול־סטריט.

היה זה האירוע האחרון בשרשרת של תקלות הקשורות במסחר אוטומטי מבוסס־תוכנה שאירעו מתחילת השנה שעברה. רק שלושה חודשים קודם לכן נזף מנכ"ל נייט קפיטל, תומאס ג'ויס, בבורסת נאסד"ק, לאחר שתקלה טכנית במערכות המסחר שלה פגעה בהנפקת פייסבוק והביאה לגל של תביעות נגד הבורסה. במארס השנה נאלצה בורסת BATS החדשה – אחת מזירות המסחר שהוקמו בעקבות הרפורמות של הוועדה לניירות ערך ולבורסות בארה"ב – לבטל את ההנפקה הראשונית שלה, לאחר שהמניה צנחה בחדות מייד עם תחילת המסחר מסיבות דומות.

אחת התקלות החריפות ביותר שאירעו בשנים האחרונות עקב מסחר אוטומטי בניירות ערך, זכתה לכינוי The Flash Crash. בצהרי 6 במאי 2010 נפל מדד הדאו־ג'ונס ב־1,000 נקודות בתוך כמה דקות, ומניות רבות בארה"ב איבדו 5%־10% מערכן בתוך פרק זמן קצר. ואז, בטרם הספיקו המשקיעים להבין מה מתרחש, התאוששו השווקים והמסחר חזר להתנהל באופן סדיר פחות או יותר. ועדת בדיקה מיוחדת שהקימו הרשויות בארה"ב הפנתה אצבע מאשימה לעבר אלגוריתם של חברת השקעות גדולה, שביצע עסקות מכירה בסך כולל של 4.1 מיליארד דולר בפרק זמן קצר מאוד, ובתוך כך יצר משבר בבורסת הסחורות והנגזרים בשיקגו שהתגלגל למשבר בשאר הבורסות. מי שמכרו מניות בדקות המכריעות של התקלה הפסידו סכומי עתק.

שלושה חודשים לפני אירועי ה־6 במאי 2010 הביע הסנטור טד קאופמן חשש, כי השינויים באופן הפעולה של השווקים מתרחשים בקצב מהיר מדי ולא מאפשרים לרגולטורים לפקח עליהם – או להבין מה בכלל מתרחש. "שינויים אלה מסכנים את היציבות והאמינות של שוקי ההון שלנו", טען קאופמן בנאום בסנאט. "הגורם העיקרי לשינויים אלה הוא מסחר [אוטומטי] במהירות גבוהה. אסטרטגיות אלה, שהן נפוצות ביותר בוול־סטריט כיום, מתמקדות ברווח לטווח קצר. אני מאוד מודאג מכך". כמה חודשים לאחר מכן היה ברור שהחשש של קאופמן היה מוצדק.

המכונות באות

תקלות מסוג זה לא היו יכולות להתרחש לפני קצת יותר מעשור. אמנם, גם בימים הרחוקים של סוף האלף הקודם התבצע המסחר בסיוע מחשבים, אלא שאז שימשה הטכנולוגיה בעיקר כמתווכת בין

הסוחרים לבין הבורסה. כיום, לעומת זאת, אלה הן תוכנות המחשב עצמן שסוחרות בניירות ערך, עוקבות אחרי מידע שזורם מהשווקים, ומוכרות וקונות מניות באופן אוטומטי לפי אלגוריתם שהוזן מראש. תוכנות מחשבים אלה אינן מתעניינות בפעילות של החברות שאת מניותיהן הן קונות ומוכרות, או במצב המקרו־כלכלי של השווקים; הן אינן מתרשמות מהחזון של סטיב ג׳ובס או מהניסיון של וורן באפט. הן פועלות אך ורק לפי המודלים שתוכנתו באלגוריתם שלהן, המתבססים על ניתוח טכני של תנועות מחירים, נפח מסחר, וכל נתון שאותו ניתן לכמת למספר ואז להשתמש בו בתוך נוסחה. כמובן, מסחר לפי ניתוח טכני ותנועות מחירים נפוץ גם בקרב סוחרים בשר ודם, אך אלה מקבלים בכל רגע נתון החלטה רציונלית להשתמש בשיטת ניתוח זו. למחשבים, מנגד, אין שום בחירה כזו; הכללים והמודלים שלפיהם הם פועלים נקבעים מראש, והם אינם יכולים לפעול אחרת. מבחינה זו, המסחר הממוחשב הוא דוגמת קיצון לניתוק בין הכלכלה הריאלית לכלכלה הפיננסית.

רוב המסחר האלגוריתמי, פעילות המכונה אלגו־טריידינג, מתבצע באמצעות מערכות למסחר בתדירות גבוהה, ובאנגלית: High Frequency Trading או HFT. מדובר במחשבים חזקים ומהירים במיוחד, שיכולים לבצע עד עשרות– אלפי פעולות בשנייה – לקנות ולמכור מניות, איגרות חוב ונכסים אחרים במיליארדי דולרים. תוכנות המחשב המיוחדות של HFT יודעות למצוא ולנצל פערי מחירים בין מכשירים פיננסיים זהים המופיעים בבורסות שונות – שיטה הידועה כארביטראז׳ – ולהרוויח מאי־סדירויות בנפח המסחר ומכל אסטרטגיה אחרת שיכולה להניב כסף מהיר בסיכון מינימלי.

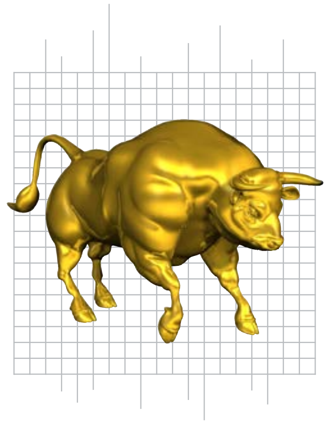
לפי הערכות שונות, מערכות HFT אחראיות כיום ל־50% עד 70% מנפח המסחר היומי בשוקי המניות וניירות הערך בארה״ב. משמעות הדבר היא, שרוב המסחר היומי בשוק ההון בארה״ב מתנהל כיום ללא כל מעורבות אנושית. בתחילת העשור הקודם, לשם השוואה, חברות HFT היו אחראיות לפחות מ־10% מנפח המסחר היומי. נייט קפיטל, שהמוטו האירוני־בדיעבד שלה הוא "The Science of Trading, the Standard of Trust", אחראית לבדה לכ־17% מנפח המסחר היומי בבורסת ניו–יורק ולשיעור דומה בבורסת הנאסד״ק. Getco, אחת מחברות ה־HFT הראשונות, חולשת על 10%־20% מנפח המסחר היומי במניות רבות בארה״ב, ולפי הערכות שונות, היא רושמת כיום רווח שנתי של יותר ממיליארד דולר.

ההסתמכות ההולכת וגוברת על מסחר ממוחשב, לצד הצמיחה האדירה בהיקף הפעילות של חברות HFT, משנות מן היסוד את האופן שבו פועלים השווקים הפיננסיים, ומעוררות חשש כי הרגולטורים והרשויות אינם מסוגלים להדביק את הקצב. "השווקים הפיננסיים בארה״ב התקלקלו", כתב דייב לאור, סוחר HFT שעזב את התחום, כמה ימים לאחר התקלה בנייט קפיטל. "השווקים נהפכו למגרש משחקים עבור מחשבים ומומחי מידע, שמנסים לעשות הון על־ידי כתיבת אלגוריתמים למסחר... טכנולוגיות אלה עשויות לייעל מאוד את פעילות המסחר אם יפקחו עליהן כיאות, אך במקום זאת הן מונעות מאיתנו להבין את השווקים ולשלוט בהם".

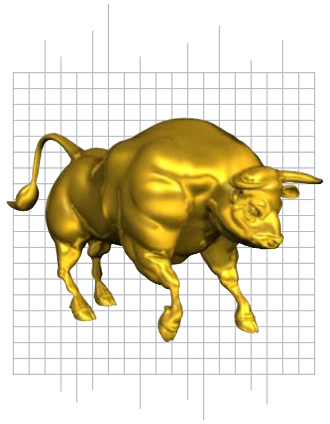
עושים שוק

כדי להבין כיצד משנים האלגוריתמים את המסחר, צריך להבין תחילה כיצד כל העסק פועל.

את השחקנים הפעילים בבורסה אפשר לחלק לארבע קבוצות עיקריות: משקיעים פרטיים קטנים, המעבירים הוראות לברוקרים שמבצעים עבורם את פקודות המסחר; ברוקרים, שסוחרים עבור אותם לקוחות; דילרים, הסוחרים עבור עצמם למטרות רווח אבל עשויים לתפקד גם כברוקרים במקביל; ו"עושי שוק" (Market Makers) –



ב־6 במאי 2010 נפל מדד הדאו־ג׳ונס ב־1,000 נקודות בתוך כמה דקות, ומניות רבות בארה״ב איבדו 5%־10% מערכן בתוך זמן קצר. גרם לכך אלגוריתם של חברת השקעות גדולה, שביצע עסקות מכירה בסך 4.1 מיליארד דולר



תוכנות המסחר יודעות למצוא ולנצל פערי מחירים בין מכשירים פיננסיים זהים המופיעים בבורסות שונות, להרוויח מאי־סדירויות בנפח המסחר ומכל אסטרטגיה אחרת שיכולה להניב כסף מהיר בסיכון מינימלי

השחקנים הגדולים באמת, שאחראים לרוב המסחר בבורסה.

עושי שוק קונים ומוכרים ניירות ערך בכמויות מסיביות לאורך כל שעות המסחר. כך הם בעצם מייצרים היצע וביקוש לניירות הערך השונים ומאפשרים למשקיעים קטנים יותר להיות בטוחים שכאשר ירצו, למשל, למכור מניה או איגרת חוב, תמיד יהיה קונה שיחכה להם בצד השני. והקונה הזה הוא עושה השוק. מה מרוויחים עושי השוק מהסחירות המוגברת שהם מספקים לשוק ניירות הערך ברכישותיהם ומכירותיהם הגדולות? הם נהנים ממרווחים זעירים בין מחיר הקנייה למחיר המכירה, שעקב הכמות הגדולה של העסקות שהם מנהלים מדי רגע ורגע, מצטברים לסכומים נאים מאוד. בנוסף, עושי השוק מקבלים עמלה קטנה מהבורסה על כל עסקה שהם מבצעים.

בעשורים האחרונים הצטמצם באופן דרמטי מספרם של עושי השוק הגדולים בארה״ב, בין היתר, בשל מגמת המיזוגים והרכישות שהפחיתה את מספר השחקנים הראשיים בוול־סטריט. בורסת ניו־יורק, למשל, העסיקה בשנות השלושים של המאה הקודמת כ־230 עושי שוק, ואילו כיום היא נעזרת בארבעה עושי שוק בלבד – שמסתמכים על מערכות HFT לצורך פעילותם. אלו הם בנקי ההשקעות גולדמן סאקס וברקליס, מיודעתנו נייט קפיטל וחברת Getco. ארבעת הפרשים הללו שולטים בכמעט 50% מהמסחר בבורסת ניו־יורק. בבורסת הנאסד״ק, שבה עושי השוק מתחרים זה בזה באותן מניות, מספרם של עושי השוק גדול באופן ניכר, אך גם שם הם מנהלים את רוב המסחר באמצעות מערכות HFT. מלבד השחקניות הגדולות פועלות בשוק עוד עשרות חברות אלגו–טריידינג קטנות, שסוחרות עבור עצמן או עבור לקוחות פרטיים.

הסנגורים של מערכות HFT, בהם גם החברות עצמן, טוענים כי השימוש במערכות אלה סייע להפחית את עלויות המסחר עבור המשקיעים, לצמצם את המרווחים בין מחירי הקנייה והמכירה בניירות ערך ולקצר את הזמן שלוקח להתאים פקודת קנייה לפקודת מכירה. מערכות HFT, הם מסבירים, ייעלו את הפעילות בשווקים הפיננסיים והגבירו את האטרקטיביות של המסחר גם עבור משקיעים קטנים.

אך מערכות HFT אינן פועלות כמו עושי השוק המסורתיים. למעשה, חברות HFT אינן מחזיקות כלל מניות באופן קבוע, ובסוף כל יום מסחר הן מממשות את כל המניות בהן סחרו במהלך היום. כאמור, המטרה של מערכות HFT היא להרוויח מפערי מחירים קטנים בין בורסות שונות בהן נסחר אותו נייר ערך, מאי־התאמות רגעיות בשוק או מחוסר התאמה זמני בין ניירות ערך שלרוב מתואמים במחיר. הן אינן מחזיקות במניות ובניירות הערך יותר מכמה שניות – לעתים אלפיות שנייה בלבד – אלא מוכרות וקונות את המניות כמעט בו־זמנית, פעולה אותה הן מבצעות מיליוני פעמים ביום. הרווח הקטן מכל פעולה כזו מצטבר לסכום מכובד מאוד בסוף היום.

בעוד שעושי השוק המסורתיים גילמו, כפי ששמם מרמז, את תפקיד השוק במסחר – כלומר, החזיקו מלאי של מניות בעצמם וסחרו בהן – מערכות HFT פשוט מתווכות בין הבורסות וזירות המסחר השונות. הן עושות זאת במהירות מסחררת, שיוצרת אשליה אופטית כאילו הן מספקות נזילות למסחר. בפועל, מדובר בחילופי קלפים זריזים, שלא מאפשרים למשקיעים לראות כי מאחורי אותן פקודות קנייה ומכירה לא ניצב אף משקיע, אלא רק תוכנה שמעבירה הון ממקום למקום וגוזרת קופון נאה בדרך, עבור החברה שייצרה אותה.

בימים כתיקונם, כשהמסחר מתנהל באופן סדיר, אין עם כל זה שום בעיה. אך בימים סוערים, כשהתנודתיות גבוהה והמסחר אינו יציב, הפעולות של מערכות HFT עלולות להחריף את המגמה ולהקצין את תנודות המחירים. בנוסף, כיוון שמערכות HFT אינן מחזיקות במניות באופן קבוע, אין להן אינטרס ממשי במסחר, ולכן אין שום בעיה פשוט לכבות אותן אם האירועים יוצאים מכלל שליטה – ולהשאיר למשקיעים האחרים את ההתמודדות עם הירידה החדה בנפח המסחר. לפי דו״ח הבדיקה של רשות ניירות ערך האמריקאית, זה בדיוק מה שקרה במפולת ב־6 במאי 2010. ‹

מנאס"א לבורסה

מקורו של המסחר האוטומטי בשוק ההון מפתיע למדי. אחד הראשונים להשתמש באלגוריתמים כדי לנתח את שוק המניות, אי־אז בתחילת שנות השישים, היה מדען טילים בשם פיטר הארלן. הארלן עבד במעבדות ההנעה הסילונית של נאס"א בקליפורניה, שם חקר כיצד ניתן לנצל את הכבידה של צדק וכוכבי לכת אחרים כדי להאיץ תנועה של לוויינים וחלליות, אך את שעות הפנאי הוא הקדיש לתחביב האהוב עליו – מסחר במניות וניירות ערך.

בלילות, כשהיה לבד במעבדה, נעזר הארלן במחשבים המתקדמים של נאס"א – מתקדמים, יש לציין, יחסית לאותה תקופה – כדי לנתח מידע סטטיסטי בנוגע לשוק המניות ולמדדים שונים בבורסה על בסיס מודלים שפותחו לניתוח מסלולי התנועה של רקטות. באמצע שנות השישים החל הארלן לפרסם דף מידע מקצועי, ובו הציג טבלאות וסטטיסטיקות שהסתמכו על הניתוחים שבוצעו באמצעות המחשב. בשנת 1977 הוציא ספר שעוסק במושגים החשובים בתחום הניתוח הטכני של שוק המניות.

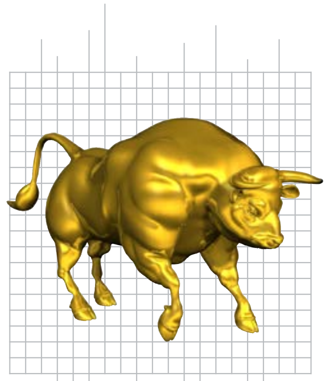
השימוש באלגוריתמים לצורך החלטות מסחר קיבל תאוצה במהלך שנות השמונים, אז החלו בנקי השקעות וסוחרים רבים להשתמש באסטרטגיות של "מסחר צמדים", שמהוות למעשה סוג של ארביטראז' לזיהוי הבדלי מחירים בין ניירות ערך דומים, שכפי שצוין לעיל, פופולרי במיוחד כיום בקרב מערכות HFT. בשלב זה התוכנות רק עקבו אחרי הצמדים ונתנו הוראות, וסוחר אנושי היה מבצע את פעולות הקנייה והמכירה. לאחר המפולת בשוק המניות ב"יום שני השחור", 19 באוקטובר 1987, הפנו רבים אצבע מאשימה כלפי אותן תוכנות מסחר כגורם העיקרי למשבר. באותו חודש מחק המשבר עשרות אחוזים משווי הבורסות של ארה"ב, בריטניה, אוסטרליה, הונג קונג ומדינות אחרות.

בשנות התשעים החלו יותר ויותר חברות לתכנת אלגוריתמים למסחר, על בסיס פרוטוקול תקשורת סטנדרטי שנכתב במקור עבור בנק ההשקעות סלומון ברדרס. בסוף העשור האחרון של המאה החלו לצוץ בנוף הפיננסי חברות ה־HFT כתת־קבוצה בתוך המסחר האלגוריתמי. מה שהבדיל בין חברות ה־HFT לשאר המסחר האלגוריתמי היה ההתמקדות שלהן במהירות המסחר כאמצעי להשגת התשואה. חברות HFT השקיעו כסף רב במערכות מחשב חזקות במיוחד, שיהיו מסוגלות לנתח כמות עצומה של מידע ולהחליט על פעולות מסחר בשברירי שנייה.

התיאוריה נשארה מאחור

כל כלכלן מתחיל יודע להסביר, כי תפקידו העיקרי של שוק המניות בכלכלה מודרנית הוא הקצאה יעילה של מקורות ומשאבים. שוק ניירות הערך מאפשר לחברות מסחריות ולתאגידים עסקיים לגייס כסף ישירות מהציבור, על־ידי הנפקת מניות או איגרות חוב. במקרה הראשון רוכש הציבור נתח מהחברה, והוא זכאי לקבל דיווידנדים מפעילותה. במקרה השני משמש הציבור כמלווה לחברה, תמורת הבטחה לתשלום ריבית לפי מנגנון שנקבע מראש.

בשני המקרים ההנחה היא שמנגנון השוק, כלומר, כללי הביקוש וההיצע שמכתיבים את מחיר המניות ואיגרות החוב, מספק את האמצעי הטוב ביותר להעריך את שווי החברות ואת הסיכון שבפעילותן. אם חברה מציגה באופן עקבי הפסדים, שווי המניה שלה יירד בהתאם. אם חברה פועלת בתחום מסוכן, המשקיעים ידרשו ריבית גבוהה יותר תמורת ההשקעה באיגרות החוב שלה. למעט סטיות אקראיות וזמניות, מחירי המניות בבורסה ישקפו את השווי ה"אמיתי" של החברות – שכן אף משקיע לא ישלם עבור מניה יותר מערכה, ואף משקיע לא ירכוש איגרת חוב שהריבית עליה אינה משקפת באופן הולם את הסיכון בהשקעה.



כיוון שמערכות HFT אינן מחזיקות במניות באופן קבוע, אין להן אינטרס ממשי במסחר, ולכן אין בעיה לכבות אותן אם האירועים יוצאים משליטה ולהשאיר למשקיעים האחרים את ההתמודדות עם הירידה החדה בנפח המסחר

הבורסה לניירות ערך בניו יורק ב־1963, לפני עידן המחשבים

טענות אלה מבוססות על אחד המודלים החשובים ביותר בתיאוריה הכלכלית בנוגע לפעילות שוקי ההון, שפיתח הכלכלן יוג'ין פאמה. במאמר משנת 1962 הציג פאמה את "היפותזת השווקים היעילים" שבאופן כללי טוענת, כי המחירים בשוק משקפים את כל הידע הקיים בנוגע לחברות ולמצב הכלכלי, ולכן אי־אפשר להשיג תשואה גבוהה יותר ממדדי המניות לאורך זמן. ההיפותזה של פאמה גם קשורה להיפותזת "הציפיות הרציונליות" של הכלכלן ג'ון מות, שהתפרסמה שנה קודם לכן. לפי היפותזה זו, ממוצע הציפיות הרציונליות של כל השחקנים בשוק משקף את התחזית הטובה ביותר בנוגע לעתיד, ולמעשה, יספק תוצאה דומה למודל הסטטיסטי המורכב ביותר.

לפי תפיסות אלה, אדם אחד עשוי לטעות בניתוח המצב, אבל הסכום המצטבר של כל ההערכות הקיימות בשוק ייתן לנו את התשובה הנכונה – שתתעלה מעל טעויות של בודדים. קיימים קווי דמיון בין הגישה שהציגו מות ופאמה לרעיונות עכשוויים בנוגע ל"חוכמת ההמונים", שהתפתחו על רקע צמיחת האינטרנט והתחזקו עם עלייתן של הרשתות החברתיות.

אבל אם ידוע לנו כי רוב העסקות בבורסה אינן מתבססות כלל על ניתוח פרטני של פעילות החברה – ניתוח הנתונים הפיננסיים, הערכת ההנהלה והסיכונים בתחום הפעילות – האם אנו יכולים להניח כי המחירים בבורסה אכן משקפים את שווי החברות? האם אלגוריתמים מספקים את אותה תוצאה שיניב מסחר המבוסס על החלטות מודעות של מנהלי השקעות וסוחרי מניות? האם לא מדובר בשינוי מהותי באופן שבו מתומחרות המניות?

מחשבים, נדמה שאין צורך להזכיר, אינם יצורים רציונליים. הם אינם "חושבים" באמת, אלא פשוט מבצעים שורה של פקודות שהוזנו לתוכם מראש. רציונליות מניחה מראש יכולת בחירה, אפשרות לנהוג באופן לא רציונלי. מחשבים הסוחרים בבורסה מריצים מודל המדמה התנהגות רציונלית, אך מודל זה תלוי מראש בהתנהגות השווקים. כשהכול מתנהל כשורה, מודלים אלה נראים כאילו הם פועלים באופן רציונלי, אך כשתנאי הבסיס של השוק משתנים, כמו בימי מסחר סוערים בבורסה, התנהגות זו עשויה להתפתח בכיוונים שונים לחלוטין...

תיאוריית השווקים היעילים עוררה ביקורת רבה במהלך השנים, ובמקביל אליה התפתחו רעיונות ומודלים המבוססים על תיאוריות של כלכלה התנהגותית, בהובלת חוקרים כמו דניאל כהנמן ועמוס טברסקי. מודלים אלה טוענים שתהליך קבלת ההחלטות של בני האדם אינו מושתת על הרציונליות שמניחה תיאוריית השווקים היעילים, אלא מושפע מהמצב הפסיכולוגי והחברתי. מתכנתים בתחום האלגו־טריידינג אמנם עושים שימוש במודלים של כלכלה התנהגותית לניתוח

השוק, אך נדמה שאיש לא יטען כי הם מסוגלים להסביר את האופן שבו התוכנות עצמן, שלא באמת מושפעות מגורמים פסיכולוגיים או חברתיים, משפיעות על אופי המסחר בשוק המניות. מה הטעם להשתמש במודלים תיאורטיים, אם אנחנו יודעים מראש שהם לא מסוגלים להסביר 50%־70% מהפעילות שמתרחשת בשוק המניות?

סאל ארנוק וג'וזף סלוצי, מנהלי השקעות שפרסמו בשנה האחרונה ספר בנוגע לסכנות ה־HFT, טוענים כי מערכות אלה אינן מהוות בעיה, כל עוד הן מנהלות חלק שולי מהמסחר ומקיימות מערכת יחסים של טפיל–מארח עם שאר השוק. "HFT עובד מצוין רק כאשר יש מספיק מארחים שמהם הוא יכול להיזון", כותבים השניים. "כאשר מספר המארחים מידלדל – בשל חוסר אמון במערכת – והכספים יוצאים משוק המניות, מערכות ה־HFT נפגעות. אז הן מתחילות לסחור אחת עם ונגד השנייה. ככל שהשווקים פחות מאוזנים, כך הפעילות הטורפנית של מערכות HFT גלויה יותר לעין [...] השוק הוא כמו אוקיינוס. כל עוד יש מגוון של סגנונות מסחר וריבוי שחקנים, השוק יישאר בריא, כמו גוף מים שמזין הרבה חיות בר [...] אך כאשר אחד השחקנים משתלט על נתח גדול מהמסחר, המערכת האקולוגית יוצאת מאיזון [...] אחד ממיני הטורפים בשוק, בדומה לכריש, נהפך לדומיננטי מאוד בשנים האחרונות. וזה לא יכול להימשך לאורך זמן".

בדרך למהירות האור

באוקטובר 2012 פרסמה קבוצת המידע הפיננסי טאב דו"ח, לפיו חלה ירידה דרמטית ברווחים השנתיים של חברות HFT, בין היתר, בשל התחזקות התחרות בתחום. אותה תחרות דוחפת את חברות ה–HFT להשקיע סכומי כסף עצומים בשדרוג המערכות שלהן, במטרה לקזז עוד כמה אלפיות השנייה מהזמן שלוקח להן להגיב – ולהשיג יתרון על המתחרות שעשוי להיות שווה עשרות ומאות מיליוני דולרים.

עבור חברות HFT מהירות היא שם המשחק. את מערכות המחשב המתקדמות שלהן הן מציבות קרוב ככל האפשר למחשבי הבורסה, אליהם הן מחוברות בתשתית של סיבים אופטיים. בורסת ניו–יורק אף גובה שכירות מחברות HFT, שמציבות את "הקופסה השחורה" שלהן באותו בניין ממש שבו נמצאות מערכות המידע של הבורסות.

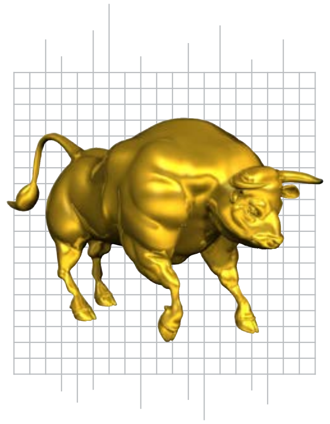
פריחה בחסות הממשל

מנהלי השקעות רבים, כלכלנים ופרשנים כלכליים קוראים בשנתיים האחרונות לרשויות בארה"ב לקבוע במהירות האפשרית כללים לפיקוח על פעילות המסחר. אך למעשה, הייתה זו שורה של החלטות שקיבלה רשות ניירות הערך האמריקאית ב־15 השנים האחרונות, שעודדה את הצמיחה של חברות המתמקדות ב־HFT.

כך, למשל, בשנת 1998 אישרה הרשות את פעילותן של זירות מסחר אלקטרוניות חדשות, שאפשרו למשקיעים לסחור במניות ובניירות ערך אחרים מחוץ לבורסה שבה הם רשומים. המטרה של הרשות הייתה ליצור מתחרות לבורסות העיקריות, שיגדילו את אפשרויות המסחר ויוזילו את העלויות עבור המשקיעים. בעקבות ההחלטה פעילות כיום בארה"ב יותר מ־30 זירות מסחר גדולות לצד 13 בורסות רשומות. במקביל התפתחו זירות מסחר פרטיות – Dark Pools – שאינן מדווחות על העסקות הנעשות בהן ואינן מכריזות על מחירי ניירות הערך הנסחרים בהן.

הפרגמנטיזציה של השוק העניקה יתרון ברור למערכות למסחר ממוחשב, שיכולות לסרוק את כל זירות המסחר השונות במהירות עצומה, כדי לאתר את המחיר הטוב ביותר. ריבוי זירות המסחר גם הגדיל דרמטית את האפשרויות להרוויח מפערי מחירים, אסטרטגיה שהפכה לאחת מאבני היסוד בפעילות HFT.

במטרה להתמודד עם הפרגמנטיזציה של השוק יישמה רשות ניירות הערך האמריקאית באמצע שנות ה־2000 רפורמה נוספת, שחייבה לנווט את פקודות הרכישה של כל גוף השקעות לבורסה שבה מוצע המחיר הנמוך ביותר. הכללים החדשים נועדו להבטיח כי העסקות יתבצעו במחירים הטובים ביותר ברגע נתון, אך בפועל, המהירות נהפכה לגורם החשוב ביותר במסחר. הרפורמה של רשות ניירות ערך אמנם "תפרה" מחדש את השווקים המפוררים של ארה"ב, אך את החוט והמחט סיפקו חברות ה־HFT, שכעת נהפכו לגורם הדומיננטי בשוק.



סוחר HFT: "השווקים נהפכו למגרש משחקים עבור מחשבים ומומחי מידע שמנסים לעשות הון על־ידי כתיבת אלגוריתמים למסחר... טכנולוגיות אלה עשויות לייעל מאוד את פעילות המסחר אם יפקחו עליהן כיאות, אך במקום זאת הן מונעות מאיתנו להבין את השווקים ולשלוט בהם"

אותו בניין, אגב, כלל לא נמצא בוול–סטריט, אלא באזור פרברי בצפון ניו–ג'רזי.

הבורסות עצמן משקיעות עשרות מיליוני דולרים בשדרוג מערכות המסחר הממוחשבות שלהן, כדי שיוכלו לספק מענה במהירות דומה. כך, למשל, ביולי 2009 השיקה בורסת ניו–יורק מערכת חדשה, שקיצרה את הזמן לביצוע הפקודה מ–105 אלפיות השנייה ל–5 אלפיות השנייה. בינואר 2010 הציגה בורסת טוקיו – הבורסה השנייה בגודלה בעולם – מערכת מסחר, שקיצרה את זמן הפקודה מ–6 שניות לכ–3 אלפיות השנייה בלבד.

המושג החשוב ביותר עבור סוחרי HFT הוא "השהיה" (Latency) – כלומר, משך הזמן שלוקח לפקודה לעבור במערכת התקשורת. ההשהיה המינימלית ביותר שניתן להשיג מוגבלת, כמובן, על־ידי מהירות האור – כ־300 מיליון מטר בשנייה בוואקום. אלא שהאור נע בוואקום במהירות הגדולה פי 1.5 ממהירותו בסיבים האופטיים, בהם עושים שימוש רוב מערכות ה־HFT. במטרה להאיץ עוד יותר את העברת המידע החלו כמה חברות להחליף את הסיבים האופטיים במערכות המבוססות על גלי רדיו קצרים. מערכות גלים קצרים עשויות להיות מהירות בעשרות אחוזים ממידע העובר בסיבים אופטיים.

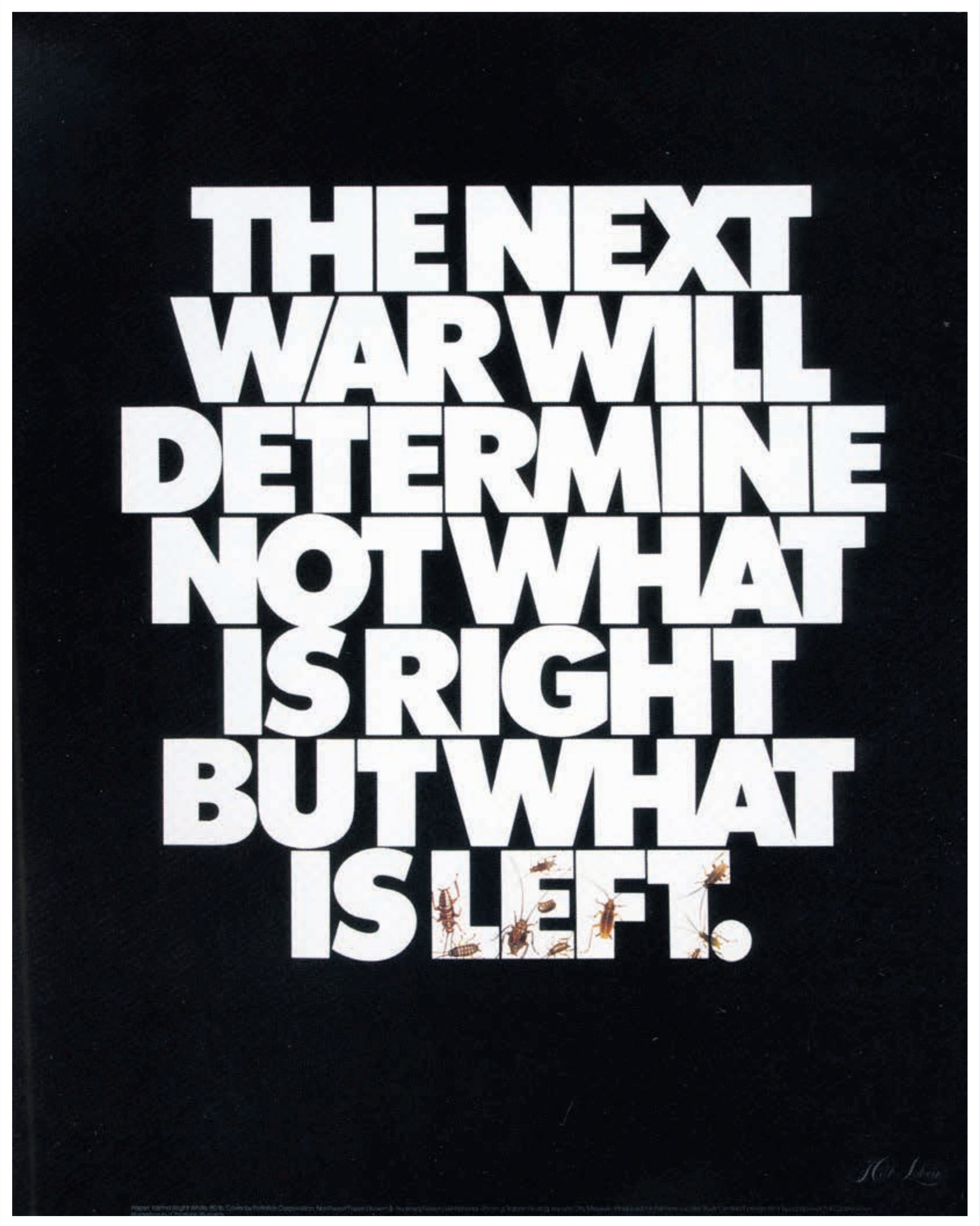
בשנה האחרונה התקינו שתי חברות טכנולוגיה מערכות תקשורת המבוססות על גלים קצרים, שמחברות בין הבורסה בניו־יורק לבורסה בשיקגו. מערכות אלה מאפשרות לשלוח מידע בין הבורסות – שנמצאות במרחק של כ־1,160 קילומטר אחת מהשנייה – במהירות של כ־9 אלפיות השנייה הלוך וחזור. מדובר בשיפור משמעותי בהשוואה למערכות דומות של סיבים אופטיים, שמספקות מהירות של 13־14 אלפיות השנייה עבור אותו מסלול. בנובמבר 2012 הושקה מערכת גלים קצרים שמחברת בין הבורסה בפרנקפורט לבורסה בלונדון – מסדרון המסחר העיקרי בין בריטניה ליבשת – המאפשרת לקצר את זמן התקשורת מ–4.3 אלפיות השנייה ל–2.5 אלפיות השנייה לכיוון אחד.

לובי לתוכנות

תחרות, נהוג לטעון בכלכלה מודרנית, פועלת לטובת הצרכנים. אולם לא ברור מי בדיוק הצרכן במקרה הזה. חברות ה־HFT אולי אחראיות לנפח עצום מהמסחר, אך בפועל הן מהוות פחות מ־5% מכלל חברות ההשקעה בארה"ב. בנוסף, ובניגוד לקרנות פנסיה או לכל משקיע לטווח ארוך, חברות HFT כלל אינן מחזיקות במניות, כך שאין להן כל אינטרס מתמשך במסחר. מבחינתן, המשחק מתחיל מחדש בכל יום, וכפי שהוכיחו הרווחים שלהן במהלך המשבר של 2008, גם בשוק יורד הן אינן מתקשות (בינתיים) לעשות רווחים.

פרשנים כלכליים ומנהלי השקעות רבים טוענים, כי הבורסות בארה"ב כיום חדלו מלמלא את התפקיד שלשמו הן נוצרו – כלומר, לאפשר לחברות מסחריות לגייס הון ישירות מהציבור לצורך הרחבה ופיתוח של פעילותן, ולספק הזדמנויות השקעה נאותות לחסכונות של האזרחים במטרה להבטיח את עתידם הפיננסי. תחת זאת פועלות הבורסות מתוך שיקולי רווח לטווח קצר, וההנפקות קיבלו מאפיינים של אקזיט, שבמסגרתו בעלי החברה מגיעים לבורסה כדי לממש את הרווחים מהפעילות שהם כבר בנו באמצעות מימון פרטי – כמו במקרה של פייסבוק. מבלי להיכנס לשאלה האם הבורסות באמת מילאו תפקיד זה בעבר, אין ספק שאובדן האמון בפעילות השווקים מטיל צל כבד על המסחר בבורסה.

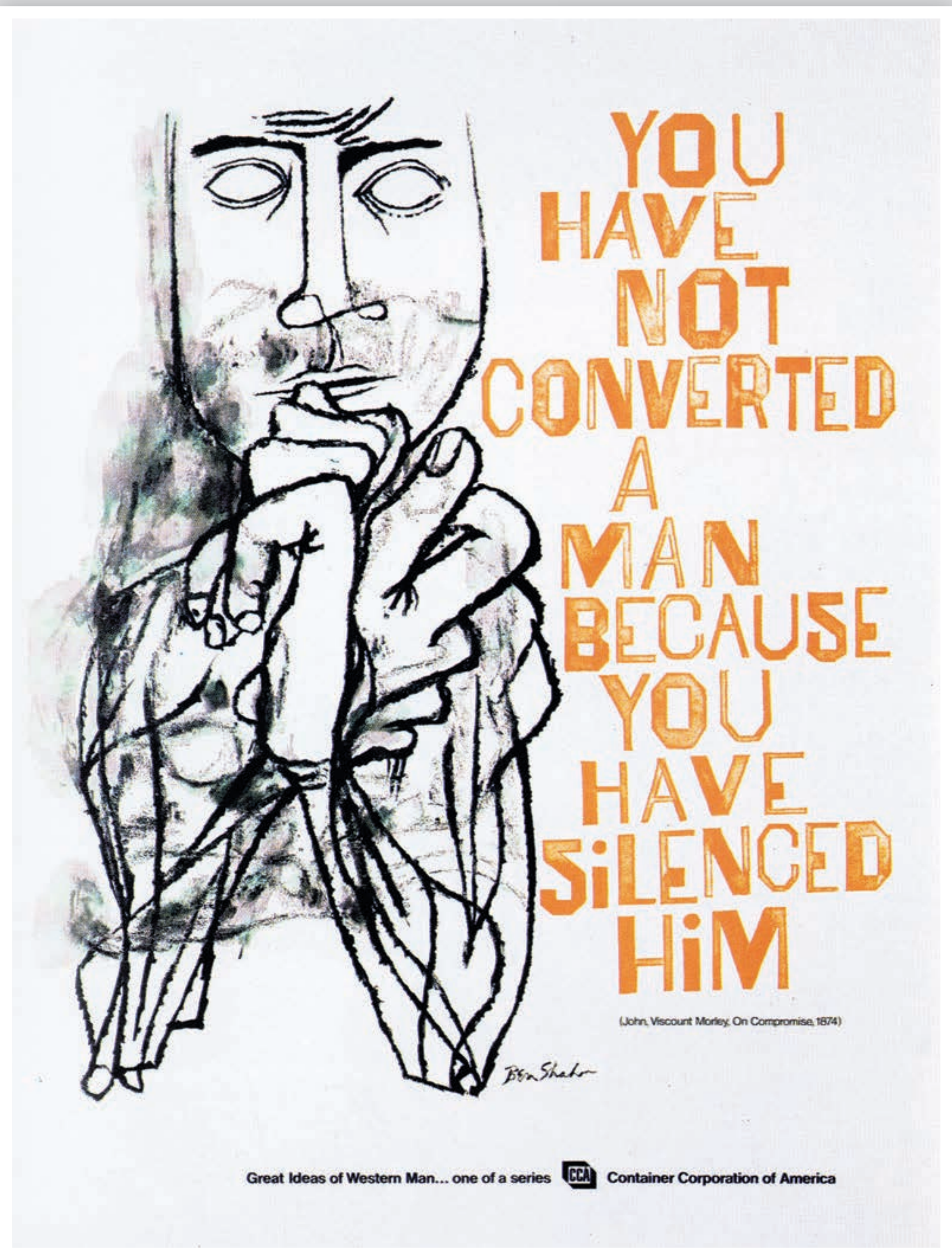
המבקרים קוראים לרשויות בארה"ב להיכנס לפעולה, ובתגובה משקיעות חברות ה־HFT מיליוני דולרים בפעילות שתדלנית בוושינגטון, במטרה להדוף את הביקורת. הקרב שמתפתח במסדרונות הקונגרס צפוי להשפיע באופן מהותי על אופי הפעילות בשווקים בעתיד, אך נראה שלפחות בתקופה הקרובה המחשבים ימשיכו לשלוט במסחר. ✕



Herb Lubalin, The next war, 1972, Lubalin, Unit Editions, 2012

הֶרבּ לוּבַּלין | Herb Lubalin

״המלחמה הבאה״ היא דוגמה אחת מני רבות לעבודתו של המעצב הגרפי היהודי־אמריקאי הרב לובלין, עליו אמר היסטוריון העיצוב סטיב הלר, שמשנות החמישים ועד שלהי שנות השבעים הוא היה העיצוב הגרפי האמריקאי. כטיפוגרף, מעצב ועורך מגזינים (״אוונגרד״, ״ארוס״, "UPPER & LOWER CASE), השפיע לובלין והוביל את התפתחות העיצוב האמריקאי והבינלאומי. הבחירה בעבודה המייצגת אותו הייתה קשה, לנוכח גוף העבודות העצום שהותיר אחריו.



Ben Shahn, 1968, Posters - American Style, Smithsonian Institution, 1998

בן שאן | Ben Shan

לבן שאן, ג׳ורג׳ גרוס ודייגו ריברה התוודעתי כתלמיד בבצלאל, באמצעות מורי אברהם אופק ז״ל וגרשון קניספל, שניהם בעלי תודעה חברתית־פוליטית. מבן שאן למדתי על הלגיטימיות של שימוש בצילום כמראה־מקום לרישום, ועל מעורבותו של אמן בחברה שבה הוא חי ויוצר. מהשניים האחרים למדתי גם על מעורבות חברתית ועל כוחה של האמנות בתיעוד המציאות.

אני אנווט

בדרך להבנת הניווט והתפיסה המרחבית של מוח האדם אימץ ד"ר נחום אולנובסקי את העטלף כחיית מחקר. לדבריו, העטלפים הם לא רק אובייקט מחקרי המאפשר לבסס את חקר המוח על מודלים מתמטיים, הם גם בעלי עיניים עצובות, פרווה ענוגה ובהחלט יצורים חמודים

אבנר אברהמי

תשע בבוקר זו שעה מצוינת לציד עטלפי פירות, אומר ד"ר נחום אולנובסקי. לדבריו, אחרי פעילות לילה אינטנסיבית העטלפים ישנים מצוין וממש נוח ללכוד אותם במערות ובמבנים שבהם הם מבלים את יומם.

לפיכך, בבוקר של אחד מימי הקיץ, כהרגלו מדי פעם־פעמיים בשנה, יצא אולנובסקי ממכון ויצמן לצַיִד בחברת שני עוזרים, והפעם ביפו. השלושה הגיעו לבניין הסראיה שליד כיכר השעון, פרקו כלובים מהטויוטה, התעטפו בחלוקים לבנים חד־פעמיים נגד חומציות הלשלשת, ופסעו אל תוך אפלולית הבניין הטורקי הישן. אולנובסקי המנוסה, שצעד בראש מצויד ברשת פרפרים עם מוט טלסקופי ("מעולה, תוצרת •לֵנַה אֶקולוגי הבריטית"), לא התקשה ללכוד עשרים מחברי הקהילה ההפוכה, המנמנמת לה עם הרגליים למעלה, והעבירם לאחור לידי עמיתיו. את הנקבות עם הגורים שחררה הווטרינרית הצמודה, ד"ר אבישג תובל, מיד עם הלכידה ("הנקבות אינן נפרדות מהגורים גם בזמן התעופה"), כך גם עשתה לעטלפים שנראו לה לא ממש בקו הבריאות. כל השאר כובדו בפירות העונה והוסעו למושבת העטלפים של אולנובסקי שבמכון ויצמן. "לא אחת ננשכתי", אומר, "אבל הנשיכות של עטלף הפירות הרבה פחות כואבות מנשיכות עכבר או חולדה".

חיות חביבות

ד"ר אולנובסקי מתרועע עם עטלפים כבר תשע שנים, ואת המושבה שבה גרים היום כ־80 פרטים, בנה עבורו המכון ב־2007, כששב מהפוסט־דוקטורט באוניברסיטת מרילנד. "בטמן", איך לא, מכנים אותו החברים, אבל בניגוד לדמות הבדיונית שהקשר שלה ליונק המעופף מתמצה בלוגו, אצל אולנובסקי, מדובר במגע יומיומי. "למעשה, אלה חיות חמודות", הוא אומר, "הפרווה שלהם נעימה יותר מזו של חתול או כלב, יש להם עיניים ענקיות ועצובות, והם בהחלט יכולים להיקשר למטפל שלהם". לו אישית אין עטלף־חבר, אבל סטודנטים שמטפלים בעטלפים ומאכילים אותם, מדווחים שהם אכן מזהים אותם. "לא ברמת כלב או חתול, אבל הרבה יותר מעכבר או חולדה".

אז מאיפה הפחד?

"בתרבות המערבית יש פחד מחיות לילה, אבל בתרבות של סין ודרום־מזרח אסיה נחשבים העטלפים דווקא כמביאי מזל טוב ואריכות ימים, אולי כי הם עצמם מאריכים חיים בצורה יוצאת דופן". תוחלת חיי עטלף, מספר אולנובסקי, יכולה להגיע ל־40 שנה ויותר, בעוד שיצורים בעלי גודל דומה חיים כשנתיים בלבד, "זו שאלה ביולוגית מרתקת, אף שאני לא חוקר אותה בעצמי, מה סוד אריכות החיים של העטלפים. הם חיים פי 10 יותר ממה שהם היו אמורים לחיות".

יש שלושה מיני עטלפים בעולם שהם מוצצי דם, אומר אולנובסקי, אבל אלה חיים בדרום אמריקה ובמרכזה. גם מבחינת מחלות, לא ידוע לו על מקרה כלשהו בארץ של כלבת בעטלפים – ובוודאי שלא על העברת כלבת לבני אדם כתוצאה מנשיכת עטלף, "אם כי בארה"ב, כבר היו מקרים".

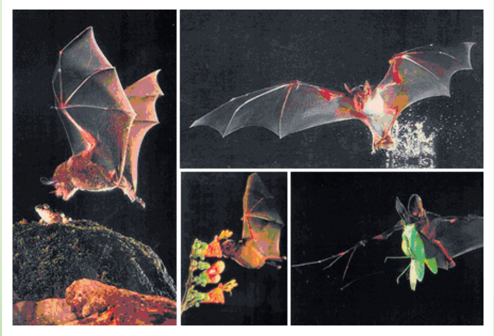
כך או כך, לא בגלל החברות, הפרווה, או המשהו העצוב בעיניים – אולנובסקי מתעניין בעטלפים. לדבריו, אלה הן חיות מחקר "קלות למדידה", ובמילים אחרות – מדיום נוח להבנת המוח האנושי.

אולנובסקי מתעניין במוח האנושי. אופן פעולתו לדבריו, זו "החידה המדעית המרתקת והקשה ביותר של כל הזמנים. זו המערכת המסקרנת שעומדת בבסיס כל מה שאנחנו. הרגשות, הזיכרונות, הערכים, השפה, התנועה. הכול נובע משם".

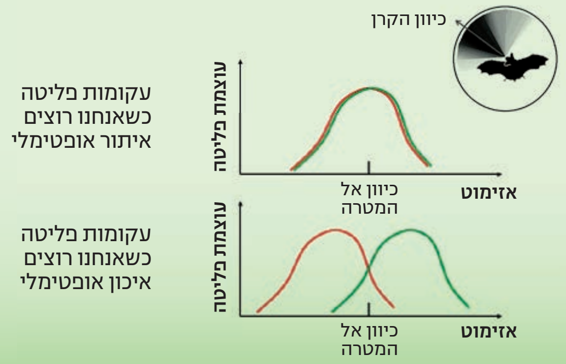
במסגרת חקר מוח־האדם מתעניין אולנובסקי בתחומי "התפיסה

גם יונק, גם עף, גם משדר. עבור ד"ר אולנובסקי זו חיית מחקר מושלמת | צילום: חיים זיו

עטלפים הם 22 אחוז מכל היונקים ומזונם מכל סוג ומין



אסטרטגיית איכון אופטימלי במערכת איכון־הד של עטלף פירות מצרי



המרחבית", "הזיכרון המרחבי" ו"ייצוג המרחב התלת־ממדי" דרך התמונה שמייצר המוח. "אני לא יכול להפסיק לחשוב כיצד אנחנו מתמצאים במרחב", הוא אומר. "יונקים שונים מנווטים בדרכים שונות, ואני מנסה למצוא את עקרונות הניווט המשותפים לכלל היונקים, וכיצד אלה ממומשים אצלם במוח".

העטלפים, לדבריו, מתאימים להבנה הזאת שהוא חותר אליה. מוח העטלף, הוא אומר, מתאים לו לחקר ההתמצאות התלת־ממדית בגלל יכולת התעופה המאפיינת אותו ובשל העובדה שהיצור המעופף הזה הוא יונק ולא עוף, ולפיכך קרוב יותר לאדם.

בנוסף, מוח העטלף מאפשר מדידת קריאות סונאר המשודרות ממנו באופן מדויק ביותר, עניין המהווה כלי מחקרי יעיל, שכן הוא מאפשר מדידת עוצמה ותזמון של התנהגות והשוואתם לתהליכים המתרחשים בנוירונים, תאי העצב במוח, בדיוק של אלפיות שנייה. לתזמון קליטת אותות הסונאר המוחזרים, יש לדבריו השפעה גדולה על פעילות הנוירונים באזורי המוח המסוימים שהוא חוקר, ואין בטבע שום יונק אחר המאפשר לחקור זאת בדיוק שכזה.

היעד אינו מרכז המטרה

הוא עוסק בעטלפים משנת 2004, וההתמצאות במרחב הייתה תמיד, לטעמו, מודל מוצלח לשאלות הכלליות על המוח ועל הפונקציות הקוגניטיביות הגבוהות שלו. במסגרת זו, במהלך תשע השנים האחרונות הוא ניתח עשרות פעמים מוח של עטלף (ממדיו כ־1 ס"מ על 1.5 ס"מ), סקר אותו במיקרוסקופ והצמיד לו מיקרו־אלקטרודות המאפשרות קליטת נוירונים בודדים בעת פעילותו.

"עטלפים אינם המטרה שלי", הוא אומר. "אני לא מתמקד בהם, אלא בעקרונות הכלליים שמפעילים את מוחם בתחום ההתמצאות, בבחינת מה ניתן ללמוד ממוחם על יכולת הניווט של היונקים בכלל, ושל בני האדם בפרט. הגישה המחקרית הכללית שלי היא שימוש בעטלפים כמודל לצורך הבנת ההתמצאות המרחבית".

לתפיסת המרחב במוח יש, לדבריו, כמה יתרונות על פני מחקרים אחרים של פונקציות גבוהות במוח. בראש ובראשונה, כי המרחב הוא "אוקלידי" – כלומר, "ניתן לתיאור גיאומטרי", שפירושו "יכולת הגדרת מרחק בין שתי נקודות". לדברי אולנובסקי, יש לזה כוח עצום מבחינת היכולת לבנות מודלים מתמטיים, וזה מטה את הדיון במחקר המוח מהגדרות ערטילאיות למשהו כמותי קונקרטי שניתן למדידה.

הניווט, לפיכך, הוא מודל לתהליך כללי מורכב מחד גיסא, שמעורבות בו תופעות קשות למדידה כגון "קבלת החלטות", אך מנגד, הוא בעל אספקטים כמותיים מובהקים, מדידים. אולנובסקי: "אני יכול לשאול כמה מטרים טס עטלף, מה דיוק המסלול שלו למטרה ומה מידת הטעות שלו. את המספרים הללו אני יכול להצמיד לביצועים ולשער שהתיאור הכמותי יוביל, בסופו של דבר, להבנת הפעילות המנטלית. אותי, אישית, מלהיבה היכולת לכמת ולמדוד את הצד הביולוגי וממנו לבנות מודל מתמטי".

מה מצאת בשנות המחקר?

"מצאתי ארבעה־חמישה אספקטים שונים לאותה התמצאות, כפי שהיא מתבטאת במוח העטלף. הראשון שבהם הוא 'הקלט החושי המרחבי'. דרך העטלף מצאנו, אני ויוסי יובל, לשעבר פוסט־דוקטורנט

"בתרבות המערבית יש פחד מחיות לילה, אבל בתרבות של דרום־מזרח אסיה נחשבים העטלפים דווקא כמביאי מזל טוב ואריכות ימים"

מדידת התנהגות של עטלף

דוגמה טיפוסית של טיסת לילה של עטלף אחד (עטלף 125) ששוחרר במערה

במעבדתי והיום מרצה באוניברסיטת תל־אביב, שעטלף הפירות, המשמש אותנו במחקר, שהינו בעל מערכת סונאר המשדרת גלי קול אולטרא־סוניים בסביבות 30־35 קילו־הרץ, מוציא את השידור שלו למרחב כשהוא נפרס לצדדים בקשת.

וכאן, בניגוד לציפייה שהוא ימקד את מקסימום אנרגיית השידור שלו במרכז המטרה, התברר שתנועת הפריסה ימינה ושמאלה יוצרת אלומה שקצותיה, ולא מרכזה, מכוונים אל המטרה, דבר שמשפר את דיוק מסלול התעופה אל היעד. חשוב להבין, ניתן למדוד את מיקום המטרה בצורה מדויקת יותר על־ידי שימוש בגבולות האלומה, שכן לאורך קווי המתאר שלה הופכים החזרי האותות מחזקים לחלשים".

האנלוגיה המתבקשת, לדבריו, היא של אלומת פנס. "במקום לכוון את האור אל מרכז המטרה, הטיית האלומה ימינה ושמאלה, אל הגבולות, מאפשרת רגישות מקסימלית למיקום האובייקט".

פזילה עטלפית

אולנובסקי: "נתנו לעטלף לנחות בחדר על כדור קלקר שקוטרו כ־10 ס"מ. באימונים שמנו על הכדור פרוסות בננה והוא זיהה את המזון על־פי הריח. בניסוי עצמו כבר לא הייתה בננה ונעלם גם הריח, ואז בדקנו איך הוא מגיע בכל זאת לכדור בחושך מוחלט על־פי הסונאר בלבד. החדר היה מוקף מיקרופונים, דבר שאיפשר לנו לאתר את כיוון אותות הסונאר ולאן כיוון העטלף את אלומת השידור שלו בדרך לאיכון הכדור.

"מצאנו כי בדרך למטרה העטלף שידר כשראשו נע ימינה ושמאלה ונמנע מלהביט בה באופן ישיר. הייתה לו מעין פזילה לצדדים שאינה מקרית, אלא מבוססת־אסטרטגיה, שבבסיסה רעיון קליטת ה'שינוי' בתהודה החוזרת. מתברר שקליטת השינוי יעילה יותר מאשר קליטת ההחזר ממרכז המטרה עצמה. את הממצאים פרסמנו במגזין 'Science' (ב–2010), ובין התגובות שקיבלנו, היו רבות ממהנדסי מכ"ם. הם סיפרו לנו שטכניקה מכ"מית ידועה נשענת אף היא על השינוי בהחזר, עניין המוכר אצלם מקצועית, ופה באה לידי ביטוי מפתיע התכנסותן של הביולוגיה והטכנולוגיה".

ואצל האדם?

"לאדם אין סונאר, אבל יש לו מערכת ראייה, והשאלה היא איך צריך אדם לעקוב אחר מטרה דיפוזית חלשה שאינה בעלת קווי מתאר חדים. הניבוי שלנו לגבי בני אדם הוא, שעדיף להביט בשולי המטרה ולא במרכזה. כך גם לגבי חוש הריח, שגם בו יכול להיות מודגם עקרון השימוש בשינוי ההחזר.

"אם כלב עוקב אחר שביל ריח, מקובל לחשוב שהוא עוקב אחר השביל המרכזי. הניבוי שלנו היה שהוא עוקב אחר שולי שביל הריח, כי אז השינוי מאובחן ביתר חדות. בניסוי שנערך בחולדות התברר שלפחות בחלק מהמקרים אכן זו דרכן".

אספקט שני שנחקר היה, כיצד מנווטים יונקים בטבע. על נושא זה, אומר אולנובסקי, היה ידוע מעט מאוד, כי החוקרים נטו להתמקד בדרך־כלל בעופות. לדבריו, יש שתי אסכולות מדעיות שעוסקות בניווט: ה"אתולוגית" – שעוסקת בהתנהגות בעלי החיים בסביבתם הטבעית, וה"פסיכולוגית", שם מריצים במאה השנים האחרונות חולדות ועכברים במבוכים ובודקים את מוחן.

"באסכולת הראשונה, האתולגית", הוא אומר, "חקרו לאורך עשרות

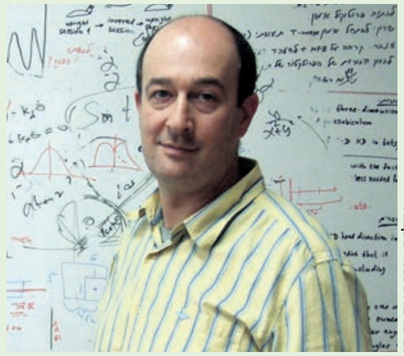
"תוחלת חיי עטלף יכולה להגיע ל־40 שנה ויותר, בעוד שיצורים בעלי גודל דומה חיים כשנתיים בלבד, וזו שאלה ביולוגית מרתקת"

שנים את יכולת הניווט בטבע של ציפורים, חרקים, לובסטרים, צבי ים, דגי סלמון ומגוון גדול של יצורים מרתקים, אבל לא של יונקים, ומעט מאוד ידוע על יכולות הניווט של היונקים.

"החוקרים התמקדו בציפורים, אולי בגלל יוני הדואר שסיקרנו אותם וגם בדגי הסלמון". לגבי הסלמונים, אומר אולנובסקי כהערת אגב, "כשהמסע שלהם מתקרב לקיצו ומגיע לנהר שבו הם נולדו והם צריכים לבחור ביובל המדויק שממנו הם בקעו לאוויר העולם, הם נשענים על חוש הריח. למים יש ריח. הניווט הראשוני שלהם באוקיינוסים ובימים, לעומת זאת, הוא כנראה מגנטי".

מוסקבה, מרילנד, רחובות

נחום אולנובסקי, יליד מוסקבה, 1973, הגיע לארץ עם הוריו בהיותו בן ארבעה חודשים. אביו המנוח היה מהנדס, דוקטור לאלקטרוניקה, קצין בצבא האדום במלחמת העולם השנייה, ואמו ספרנית. אולנובסקי גדל ברחובות, למד ב"בית-הספר הפתוח" ובתיכון "קציר", קפץ שתי כיתות ובילה בחוגי "נוער שוחר מדע" במכון ויצמן. מנעוריו, הוא מספר, נמשך לביולוגיה ולזואולוגיה והירבה לטייל ולצפות בסרטי טבע. עם זאת מספר, תמיד אהב גם מתמטיקה ופיזיקה. בן 16 החל ללמוד פיזיקה באוניברסיטת תל-אביב, בצה"ל שירת ב- 8200 ואחרי השחרור פנה למסלול ישיר לדוקטורט באוניברסיטה העברית בתחום חישוביות עצבית (ההבנה החישובית של המוח), אז גם הכיר את חגית (מי שתהיה אישתו ואם שלושת ילדיו). ב-2004 קיבל תואר דוקטור. עבודתו עסקה במערכת השמיעה של החתולים (אולנובסקי: "גיליתי שבשונה מהסברה הרווחת שמערכת השמיעה מגיבה לצלילים שמושמעים לחיה כאן ועכשיו, יש השפעה להיסטוריה של הצלילים, עניין שמשפיע מנגנונית על שמיעת מוזיקה והבנת שפה"). בהמשך יצא לאוניברסיטת מרילנד, עשה שם את הפוסט־דוקטורט, ב־2007 חזר ומאז הוא במכון ויצמן עם העטלפים.



צילום: אבנר אברהמי

ד"ר אולנובסקי. נתונים למודל מתמטי

כך או כך, באסכולה השנייה, ה"פסיכולוגית", עם המבוכים, נערכו, לדבריו, ניסויים רבים בחולדות ובעכברים שהם יונקים, אבל תמיד בתנאי מעבדה מלאכותיים. מכאן עולה שהניסוי האתולוגי והפסיכולוגי לא נפגשו בעצם זה עם זה. אלה עקבו אחר ההתנהגות בטבע, כלל לא ביונקים, ובלי צבירת ידע על הפעילות המוחית, ואלה בדקו יונקים במעבדה, עם הרבה צבירת ידע על המוח, אבל בלי הבנת הסביבה של חיית הניסוי. מחקר שלו, הוא אומר, יש ניסיון להשתמש בעטלף כדי לסנתז בין שתי האסכולות.

אל המערות ובחזרה

יחד עם פרופ' רן נתן מהאוניברסיטה העברית ותלמיד המחקר אסף צוער, הצמיד אולנובסקי ג'י.פי.אסים זעירים לעטלפים ועקב אחר התמודדותם עם אתגרי הניווט. את המכשירים הללו, שהם הכי קטנים בעולם, לדבריו, ושוקלים עם הסוללה 4 גרם, קיבל משותפים באיטליה ובשווייץ ("היום הם מיוצרים כבר בארץ"). בכל מקרה, כשהם מוצמדים לעטלפים הגביהו מכשירי הניווט לרום שאיפשר להם חיבור ל־12 לוויינים, הרבה מעבר למה שמסוגל לבצע ג'י.פי.אס קרקעי, והדיוק היה בהתאם.

אולנובסקי: "רצינו לתאר קודם־כל את יכולת הניווט הבסיסית. יצאנו למערות באזור בית־ג'וברין, לכדנו כמה עטלפי פירות, הצמדנו להם את המכשירים ושחררנו אותם. היה לילה, העטלפים מעדיפים את הלילה וכשהשמש שוקעת הם מלכי השמים. מה שגילינו הוא, שהם טסו בין 15 ק"מ ל־25 ק"מ לכיוון קריית־מלאכי. כל עטלף טס לעץ מסוים באזור ואכל פירות, כמו חרובים, שסק, אזדרכת (פירות הרעילים לאדם), פירות שיקמים ותותים.

"מצאנו שהעטלף נע במסלול מאוד ישיר, במהירות 40־50 קמ"ש, שזה מהר ממה שחשבנו, ובגובה שבין 150 ל־250 מטר מעל פני הקרקע. במקרה מסוים היה עטלף שהגביה עוף ל־643 מטר". הגובה המרשים, הוא אומר, מצביע על כך שהעטלף מנווט בעצם על־פי חוש הראייה ולא התהודה – שכן לא ניתן לקבל הדי סונאר מגובה שכזה – והביטוי האנגלי הטוען כי העטלף הוא עיוור (Blind as a bat), בעצם שגוי. עטלף הפירות ("שלנו") רואה טוב במיוחד, הוא אומר. כושר הראייה שלו כמעט כשל חתול ועולה בהרבה על זה של עכבר. סף הראייה שלו, לדבריו, מבחינת עוצמת האור ולא הצבעוניות, טוב כשל האדם, ומבחינת ההבחנה בין צבעים הוא דו-כרומטי – כלומר, בעל שני רצפטורים בלבד, בעוד האדם

סעודת עטלפים. כל לילה הם חזרו לאותו עץ ליד קריית־מלאכי | צילום: יוסי יובל

בעל שלושה רצפטורים.

הראייה, מתברר, הייתה החוש שעליו הסתמך העטלף בצאתו מהמערה לשבור את רעבונו במטעים שסביב קריית־מלאכי.

בלילות נוספים של מעקב גילה אולנובסקי שכל עטלף חוזר לעץ האינדיווידואלי שלו מדי לילה. זאת אומרת, שממרחק 20 ק"מ הוא מסוגל לנווט בקו ישר אל המטרה פעם אחר פעם, בלי להחטיא. אולנובסקי: "שאלנו את עצמנו איך הם עושים זאת, מה המנגנון שמאפשר את הניווט הזה, ולצורך כך עשינו סדרת לכידות נוספת ושחררנו את העטלפים בשלושה מוקדים. הראשון היה בגבעות גורל שליד באר-שבע, אזור המוכר לחיילים מסדרות ניווט, משם חזרו העטלפים למערה שלהם, השוכנת בטווח של כ-50 ק"מ, בלי בעיות, בקו ישר".

שתי קבוצות עטלפים נוספות שנלכדו במערות באזור לוזית, הובאו למכתש הגדול בנגב. קבוצה אחת שוחררה בתחתית המכתש וחבריה התברברו במשך זמן רב בטרם הצליחו למצוא את דרכם החוצה, קבוצה שנייה שוחררה על הר אבנון, שמעל שפת המכתש. עטלפי קבוצה זו הגביהו עוף לכמה עשרות מטרים וטסו ישירות הביתה. אולנובסקי: "סביר להניח שבשני המקרים שבהם היה הניווט קל, לא היה חסם ראייה, והעטלפים הבחינו באורות מישור החוף שעזרו להם למצוא את הדרך. בתוך המכתש, לעומת זאת, הם היו מוקפים בקירות שגובהם כ־250 מטר, לא ראו דבר, ולכן התבלבלו.

"למדנו שני דברים", הוא אומר. "ראשית, אצל העטלפים הראייה חשובה לניווט וזה לא היה ברור מאליו. נראה שהסונאר העטלפי אינו משחק תפקיד בניווטים ארוכים והוא יעיל בטווחים קצרים למניעת התנגשויות. דבר שני – לעטלפים יש במוח מעין 'מפה', שבעזרתה הם חוזרים הביתה ממקומות זרים לחלוטין.

"לטענתי", אומר אולנובסקי, "המפה הקוגניטיבית שנוצרת במוח העטלף דומה למפה שנוצרת במוח האדם. לעטלפים שמורות במוח נקודות איכון ראייתיות בולטות שנכנסו למאגר הנתונים, כמו מפעל נשר, תחנת הכוח באשקלון, מפעלי רמת חובב, ועם התעופה, בהסתמך על ראייתם התלת־ממדית, הם שלפו אותן ככלי עזר להתמצאות". תוצאות המחקר הזה התפרסמו ב"רשומות האקדמיה הלאומית האמריקאית למדעים – PNAS 2011".

בעקבות השערה זו פנה אולנובסקי לנסות לפענח את טיב אותה מפה קוגניטיבית משוערת, וכאן נכנס האספקט השלישי, לדבריו – "ייצוג המרחב במוח", עניין שהחזיר אותו מהשטח למעבדה. ›

שלושה סוגי תאים

אולנובסקי: "את אספקט ייצוג המרחב במוח אפשר לחלק לשניים: המרחב הדו־ממדי והמרחב התלת־ממדי. "בדו־ממד, אם חוזרים לאסכולה הפסיכולוגית שעסקה בחולדות ובמבוכים, נמצא לאורך השנים שיש מספר סוגי נוירונים (תאי עצב) במוח שקשורים באופן מובהק לניווט ולהתמצאות במרחב, והם מרוכזים בשני אזורים: ב"היפוקמפוס" וב"קורטקס האנתורינאלי" (הנמצא בקליפת המוח).

> **"אני יכול לשאול כמה מטרים טס עטלף, מה דיוק המסלול שלו למטרה ומה מידת הטעות שלו. אותי, אישית, מלהיבה היכולת לכמת ולמדוד את הצד הביולוגי"**

שני אזורים אלה תועדו בעבר, מציין אולנובסקי, כמקומות שבהם מתחילה באדם מחלת האלצהיימר, שהיא, כידוע, מחלת זיכרון, ושם לדבריו, מתחילים תאי המוח למות כתוצאה מהמחלה.

"ידוע ששני אזורים אלה מדברים האחד עם השני במעין לולאה הדוקה", הוא ממשיך, "ובעבודות שבוצעו בעבר התגלו ביונקים שלושה סוגי תאים שאחראים על ניווט.

הסוג הראשון הוא 'תאי מקום' (Place Cells) בהיפוקמפוס, נוירונים שכשמם, פעילים בקביעת המיקום במרחב. כל נוירון מהסוג הזה מתחיל לפעול כשהחיה עוברת דרך נקודה כלשהי במרחב, וביחד תאים שונים יוצרים מעין כיסוי מרחבי. האיחוד שלהם מטביע מעין זיכרון צילומי של הסביבה ומהווה את הבסיס לאותה מפה קוגניטיבית".

לאולנובסקי יש אנקדוטה שמדגימה את היכולת הנוירונית הזאת. הוא מספר שמחקרים שנעשו באנגליה הראו שנהגי מוניות בלונדון, קבוצה שהתבררה בעלת "תכונת ניווט בולטת", מתאפיינים במפתיע בנפח היפוקמפוס הגדול מזה של סתם בני אדם, ושהוא גדל עם הוותק בנהיגה.

מחקרים אחרים הראו שגם בחיות נודדות נפח ההיפוקמפוס גדל, ככל שהן נדרשות לניווט ארוך־טווח יותר. התופעה הזו נבדקה, לדבריו, על מינים דומים, שההבדל ביניהם הוא טווח הנדידה.

סוג התאים השני הוא "תאי שריג" (Grid Cells). בתאים אלה, מסביר אולנובסקי, ניכרת פעילות ייחודית, שהחוקיות שלה מתבטאת ביצירת מבנים החוזרים על עצמם במרחב ויוצרים תבנית משושה (כשל חלת דבש). אלה שימושיים, לדבריו, על־פי התיאוריה, במדידת מרחק – מעין "סרגל".

בניסויים בחולדות, הוא מספר, התברר שגם בהתרוצצות אקראית לכאורה, מבנה הפעילות של תאי העצב היה סדור ועקבי. תאים אלה ממוקמים באזור הקורטקס האנתורינאלי.

סוג שלישי של תאים הם "תאי המצפן" (Head Direction Cells), המשמשים כמורי דרך. לדבריו, תאים אלה פעילים כאשר ראש החיה המנווטת מופנה באופן עקבי לאזימוט מסוים, ועקרון פעולתם מבוסס, כנראה, על עקרון הג'ירוסקופ.

אולנובסקי: "ביצענו שני דברים. זיהינו את סוגי התאים האלה, שהיו ידועים מהחולדות, גם בעטלפים, ושיהיה ברור, החולדות והעטלפים אינם קרובי משפחה. למרות הכינוי 'עכבר מעופף', העטלף הוא יותר 'שועל מעופף' או 'קוף מעופף'. התמקדנו בתא השריג ושאלנו, מה המנגנון שבאמצעותו פועל תא זה ויוצר את התבנית המחזורית במרחב בדרך לבניית המפה המרחבית במוח.

"התיאוריה המקובלת ביותר עד כה הייתה, שנוירון תא השריג משתמש באיזושהי פעילות מחזורית בזמן, המכונה 'אוסצילאציית תטא', ועל־ידי אינטגרציה הוא עובר מפעילות מחזורית בזמן, לתבנית מחזורית במרחב. אנחנו הפרכנו את התיאוריה הזאת. הראינו שתאי שריג אכן קיימים בעטלף, כמו בחולדות, אבל לא קיימת אצלם האוסצילאציה הזאת בזמן, המקשרת בין הזמן למרחב. הראינו שקיימת תבנית פעילות מחזורית במרחב, אבל בלי קשר למקצב כלשהו.

"במילים אחרות, הממצאים שלנו (אולנובסקי עבד עם תלמיד המחקר מיכאל ירצב) תומכים במודל אלטרנטיבי, שבו השריג נוצר על־ידי רשת נוירונים שאין בה את אוסציליאציית הזמן כגורם הכרחי, ותבנית הרשת שלנו נבנית בנוסח המכונה על־ידי מתמטיקאים 'בעיית האריזה האופטימלית', המוכרת מהדוגמה שבה שואלים מהי הדרך האופטימלית לארוז תפוזים, והתשובה – תבנית משושה, כתבנית חלת הדבש.

"מתברר שזה תיאור המאפיין את שרטוט פעילות הנוירון בדו־ממד במוח העטלף ואולי אף באדם (את מאמר הפרכת "תיאוריית אוסציליאציית הזמן" פרסם אולנובסקי במגזין"Nature" ").

> **"מצאנו שהעטלף נע במסלול ישיר, במהירות 50־40 קמ"ש, מהר ממה שחשבנו, ובגובה שבין 150 ל־250 מטר. היה עטלף שהגביה ל־643 מטר"**

מחכים לטייסים

"האספקט הבא הוא ה'תלת־ממד'. בהקשר זה פיתחנו טכנולוגיה שאפשרה לראשונה להקליט נוירונים בודדים בחיה מעופפת כלשהי, כדי לשאול איך מיוצג המרחב התלת–ממדי במוח שלה. זו טכנולוגיה שמבוססת על מערכת ניטור ממוזערת, שבמקרה שלנו יושבת על ראש העטלף ומקבלת נתונים מנוירון בודד, אותם היא משדרת למקלט שנמצא כ–10 מטר ממנה.

"בשנת 2000 שיגרה נאס"א לחלל חולדות למטרה דומה, כדי לבדוק איך תאי־מקום בהיפוקמפוס מייצגים את המרחב. החולדות, חיות הניסוי במקרה הזה, אומנו לפסוע על מסלול בתת־כבידה שלא היה תלת־ממדי, אלא דו־ממדי. זה היה בגלל מגבלות טכנולוגיות, שכן לא היה להם אז Wi-Fi.

"אנחנו, בחדר התעופה הגדול שלנו, שממדיו 5x6x3 מ', בנינו עץ מלאכותי, ובעזרתו גרמנו לעטלפים להתעופף במסלולים שממלאים במידה רבה את החלל הנתון. במהלך המדידות מצאנו שיש תאי־מקום שתבנית הפעילות שלהם נפחית, תלת־ממדית, כמעט כדורית. מצאנו גם תאי מצפן תלת־ממדיים, נוירונים שרגישים לכיוון בתלת־מימד, ובעצם הוכחנו את קיומם של נוירונים במוח שקשורים לניווט המרחבי".

והניווט המרחבי בבני האדם?

"בניגוד לניווט דו־ממדי, שנבדק בניסוי ובו נמצא כי קבוצת נהגי המוניות בלונדון הייתה בעלת יכולת ניווט משופרת לעומת שאר הקבוצות שנבדקו, טרם נבדק באדם הניווט המרחבי התלת־ממדי על קבוצות רלוונטיות, כמו טייסים. הציפייה שלי היא, שעקב היותנו צאצאי אב קדמון שירד פעם מעץ שבו היה צריך לקפץ בין ענפים, גם אצלנו יימצא ייצוג ליכולת הניווט המרחבי התלת־ממדי באמצעות נוירונים ייעודיים.

"מצד שני, בני האדם נעים היום במישורים דו־ממדים בלבד, ומצד שלישי, האדם, כפי שכולנו יודעים, בהחלט יודע להעריך גובה באופן יומיומי; זה נעשה באופן טריוויאלי בעת שהוא משקיף ממרפסת כלשהי של קומה גבוהה. בקיצור, בינתיים הכול רק השערות. אישית, אני משער שיימצאו בבני האדם, כמו בעטלף, נוירונים שמייצגים את ההתמצאות במרחב התלת־ממדי. לשם, בכל מקרה, אני חותר.

עוד משהו חסר, נזכר אולנובסקי. חסרה ההבנה איך הכל מתחבר. "יש לנו תאי־מקום שמכריזים – 'אני כאן', יש תאי־שריג שמודדים מרחק, יש תאי־מצפן שמודדים כיוון, אך אין ידע כיצד כל זה מתחבר כדי להגיע מנקודה A לנקודה B". הניווט, לדבריו, יש לזכור, קשור גם בתהליכי קבלת החלטות ואופטימיזציה של מסלולים, ו"לזה אין לנו תמונה ברורה בשום חיה".

צילום: אבנר אברהמי

ד"ר תובל. טון וחצי פרי לחודש

מושבת העטלפים

מושבת הרבייה של העטלפים נמצאת במרתף אחד הבניינים במכון ויצמן. הווטרינרית ד"ר אבישג תובל, שדואגת לתזונתם ולכשירותם של הנבדקים, ירדה איתנו למתחם המרווח. בחדר התצפית ממוקם מקרר עמוס פירות. ד"ר תובל אומרת שהעטלפים אוכלים כטון וחצי פירות טריים בחודש.

מאוחר יותר, עטופים במעטה לבן דק נגד לשלשת (כולל כיסוי ראש ונעליים), נכנסנו לחדר התעופה הגדול, לעולמם החשוך של העטלפים. הציוצים שנשמעו מכל עבר, הסבירה ד"ר תובל, אינם קשורים לסונאר. זוהי שפת תקשורת קולית רגילה. היא סיפרה שאחד העטלפים, שאיבד בעבר את אמו, מזהה אותה ומגיע בקביעות לאכול מידה.

התמונה המורכבת והלא ברורה יכולה, מבחינתך, להכניס את אלוהים לסיפור?

"מבחינתי, למחקר הזה אין שום יכולת להתקרב לשאלת קיום האל. לשאלה המוכרת, איך ייתכן שאיבר כה מורכב כמו המוח נוצר ללא בורא, יש תשובה שנוסחה על־ידי חוקרי אבולוציה שעוסקים בהתפתחות המוח, ואני לא שייך אליהם. להם יש לפחות התחלה של הבנה, כיצד מתחוללת מעצמה רשת נוירונים לכדי מוח שלם ומופלא. כך, שמבחינתם, לגמרי ייתכן שהמוח התפתח ללא הכוונה אלוהית. אך כל זה לא מוכיח שאין אלוהים.

"אישית, העיסוק במוח לא שינה אותי, הייתי ונשארתי חילוני, אבל יש לי קולגות דתיים. מטבע הדברים, בתחום חקר המוח מגיעים בקלות רבה לשאלות הללו של קיום האל, אבל אני נשאר תמיד צמוד לקרקע הכמויות והמדידות. מי שמתעסק, ויש כאלה, בשאלת הבסיס המוחי של ההכרה והתודעה, נדרש יותר ממני לדילמות פילוסופיות, כמו של דואליות הגוף והנפש".

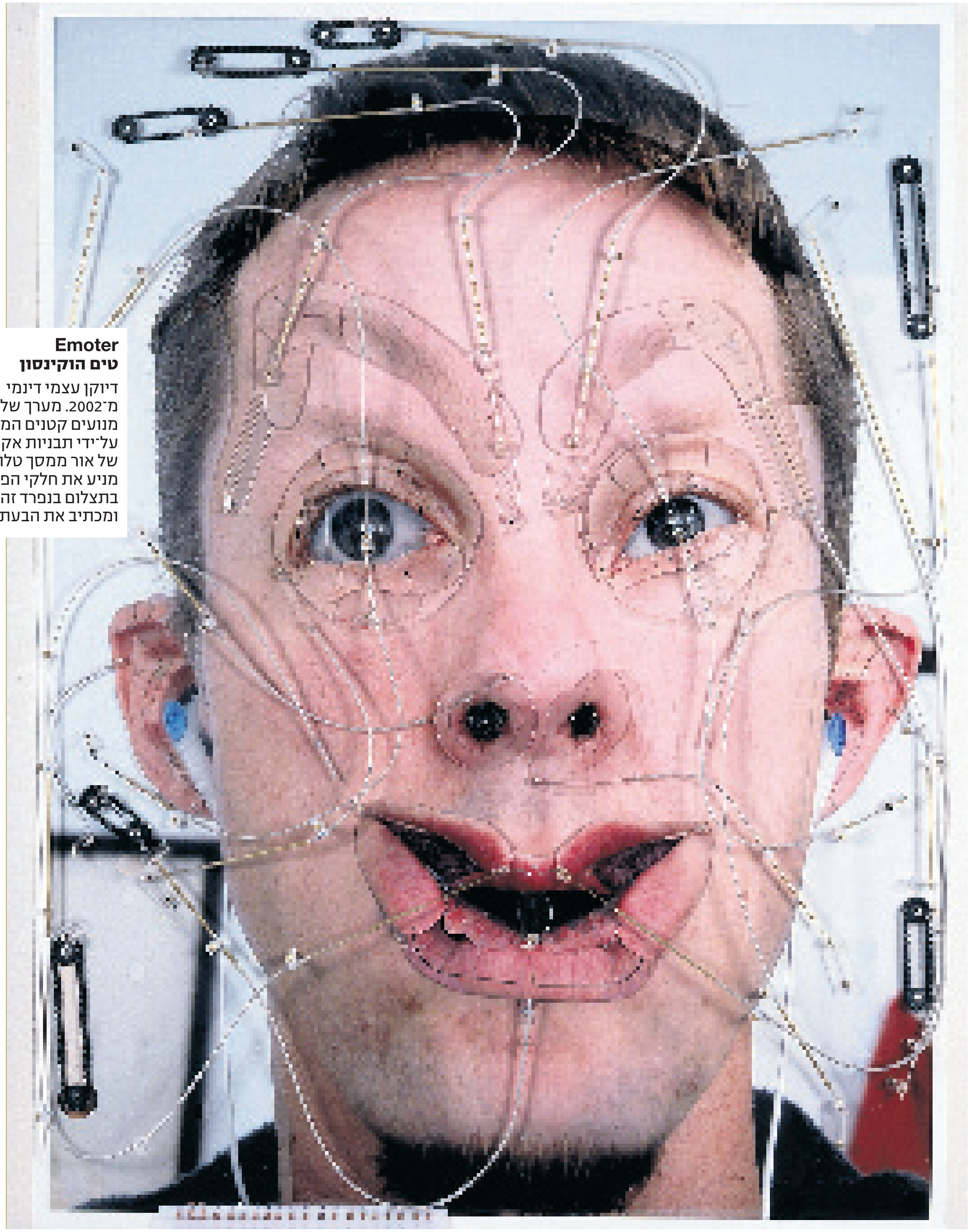
ואת הנפש נצליח למצוא בחפירות המוח?

"אין לי יומרה גם לזאת. הסיכוי שנמצא את הנפש תוך כדי פירוק המוח למרכיביו דומה לסיכוי למצוא אותה אם נשב על כורסה ונהרהר בסוגיה. לא שאני מזלזל בהרהור, אבל אחרי אלפיים שנות פילוסופיה לא בטוח שאנחנו מבינים את הנפש טוב יותר מההוגים הקדמונים. עם זאת, אני משער שבתום אלפיים שנות מחקר נבין את המוח טוב יותר". ✕

משמעותנו ההולכת ונמחקת: מניפסט לעידן הדיגיטלי

קומץ מהנדסים מייצרים במהירות מסחררת וללא מחשבה תחילה טכנולוגיות דיגיטליות המגבילות את עתיד ההכרה והחוויה האנושית. כך טוען בספרו "אתה לא גאדג'ט" חלוץ המציאות המדומה, ג'רון לניאר. פרק ראשון מהספר

ג'רון לניאר



Emoter
טים הוקינסון
דיוקן עצמי דינמי מ־2002. מערך של מנועים קטנים המופעלים על־ידי תבניות אקראיות של אור ממסך טלוויזיה, מניע את חלקי הפנים בתצלום בנפרד זה מזה ומכתיב את הבעתם

Ace Gallery

עם תחילת המאה ה־21 משהו השתבש במהפכה הדיגיטלית. השיבוש הזה נקרא לעתים web 2.0 – שורה של טכנולוגיות ועיצובים שהציפו את הרשת והפכו את אתרי האינטרנט לפלטפורמות של תוכן גולשים[1]. לכאורה, האידיאולוגיה של הרשת החדשה הזו מקדמת חופש רדיקלי: כל אחד מוזמן לייצר תוכן כראות עיניו וכאוות נפשו. אך למרבה האירוניה, החופש הזה מיועד למחשבים יותר מאשר לבני אדם.

כשלעצמם, טוקבקים אנונימיים, מתיחות וידיאו ורמיקסים של להיטי פופ מהעבר אינם אלא שעשועים טריוויאליים, אך ככלל – התקשורת האנונימית והמקוטעת שהרשת החדשה מקדמת הנמיכה את רף האינטרקציה האנושית.

הדבר החשוב ביותר בטכנולוגיה הוא האופן שבו היא משנה אנשים | כל אימת שאני בוחן גאדג'טים חדשים, אני נדהם להיווכח בהשפעות העמוקות והבלתי צפויות שיש לשינויים מזעריים בממשק הדיגיטלי על בני האדם שמשחקים איתם. השינוי הקל ביותר בפונקציה בנאלית לכאורה, כמו נוחות השימוש בכפתור מסוים, יכול לשנות מן היסוד את דפוסי ההתנהגות של המשתמש.

כך, למשל, החוקר ג'רמי בילנסון מאוניברסיטת סטנפורד הדגים כיצד הגובה של דמות אוואטר במשחק של מציאות מדומה משפיע על הערכתו העצמית והתנהלותו החברתית של השחקן. טכנולוגיות הן הרחבה של עצמנו, ולגחמות הגאדג'טים יש כוח השפעה על עצם זהותנו, כך שלא ניתן לעבוד עם טכנולוגיות מידע מבלי לעסוק מניה וביה בהנדסה חברתית.

בשלב זה ייתכן שאתם שואלים את עצמכם: אם אני מעלה פוסטים לבלוג, מצייץ/ת בטוויטר וכותב/ת ערכים לוויקיפדיה – איך זה משנה את מי שאני? או: אם "מוח הכוורת" (תבונת ההמון הקולקטיבית של הרשת) הוא הקהל שלי, איך זה משנה את מי שאני? אנחנו, מהנדסי הטכנולוגיות הללו, משולים לסטנדאפיסטים או לנוירוכירורגים, שכן העבודה שלנו מהדהדת שאלות פילוסופיות עמוקות. לרוע המזל, לאחרונה מתקבל הרושם שאנחנו פילוסופים גרועים למדי.

כשממשק מבקש מכם לתקשר עם מחשב כאילו היה בן אנוש, מתכנת הממשק הזה מבקש מכם להסכים להנחה שגם את הממשק שלכם ניתן לתכנת. וכשמתכנת מפתח שירות אינטרנטי שנערך באופן קולקטיבי על־ידי המון אנונימי, הוא מבקש מכם לקבל את הרעיון, לפיו גם המון אקראי של אנשים הוא אורגניזם בעל דעות לגיטימיות והשקפת עולם שיש להתחשב בה.

ממשקי מדיה שונים מעוררים פוטנציאלים שונים בטבע האנושי. אל

1 | דוגמאות בולטות הן ויקיפדיה, youtube והרשתות החברתיות

לנו לשכלל את מנטליות העדר עד קצה גבול יכולתה. תחת זאת עלינו לעורר השראה בפרט לפתח את האינטליגנציה שלו.

אני עצמי לא יודע "מהו אדם?" אילו ידעתי את התשובה לשאלה הזאת, אולי הייתי יכול לתכנת אדם מלאכותי. אבל אני לא יכול לתכנת אדם מלאכותי, מאחר שלהיות אדם אין פירושו להיות עוד פונקציה לחיצה. להיות אדם זו הרפתקה, מסתורין, אמונה ביד המושטת.

אופטימיות | יהיה קשה מאוד לאדם – ועל אחת כמה וכמה לאיש טכנולוגי – לקום בבוקר בלי האמונה שהעתיד יכול להיות טוב יותר מהעבר.

אי־אז בשנות השמונים, כשהאינטרנט היה זמין רק למספר מצומצם של חלוצים, התווכחתי לא אחת עם אנשים שחששו שמא אותה טכנולוגיה שאני עובד עליה, תשחרר את השדים הטמונים בטבע האדם. כך, למשל, נשאלתי, האם משתמשים יתמכרו למציאות המדומה של האינטרנט משל הייתה סם, או אם משתמשים יילכדו ברשת מבלי שתהיה להם אפשרות לחזור לעולם האמיתי שבו שאר האנשים חיים. שאלו אותי הרבה שאלות. חלקן היו מטופשות מאוד, וחלקן האחר – נבואיות ממש.

הפוליטיקה של טכנולוגיות מידע | באותם ימים נמניתי עם חבורה עליזה של אידיאליסטים. אם הייתם נוסעים בזמן לארוחת צהריים שלי עם ג'ון פרי בארלו, מי שיהיה לימים מייסד־שותף של Electronic Frontier Foundation, או עם קווין קלי, מייסד המגזין "Wired", הייתם שומעים כמה רעיונות משונים מאוד נזרקים בחלל החדר. אידיאלים הם עניין חשוב בעולם הטכנולוגיה, אבל הדרכים שבאמצעותן האידיאלים הללו משנים את המציאות, שונות מאלה המאפיינות תחומי חיים אחרים. טכנולוגיסטים כמוני לא מנסים לשכנע אתכם במתק שפתיים, וגם אם אנחנו מנסים לדבר על לבכם פה ושם – אנחנו לא ממש מצטיינים בזה. יש בינינו כמה אשפי תקשורת כמו סטיב ג'ובס, אבל רובנו לא נואמים דגולים.

טכנולוגיסטים כמוני יוצרים הרחבות מלאכותיות של עצם הקיום שלכם, כגון עיניים ואוזניים מרחיקות ראות ושמע (מצלמות רשת ואוזניות) או זיכרון על־אנושי (כל הפרטים שאתם יכולים לחפש באינטרנט). הרחבות אלו הופכות לחלק אינטגרלי מהתקשורת שלכם עם הזולת והעולם, ומכאן שהן גם משנות את התפיסה שלכם – הן לגבי העולם והן לגבי עצמכם.

במקום לטעון טענות פילוסופיות שמטרתן לשכנע אתכם להשתנות, אנחנו מפעילים מניפולציות קוגניטיביות על הפילוסופיה שלכם. לא צריך יותר מקומץ מהנדסים כדי ליצור טכנולוגיה שתעצב, ובמהירות מסחררת, את עתיד ההכרה והחוויה האנושית. לפיכך, אנחנו צריכים לקיים דיאלוג משמעותי יותר בין המהנדסים של הטכנולוגיות הללו לבין המשתמשים בהן, ויפה שעה אחת קודם – כלומר, לפני שהטכנולוגיות הללו יוצאות לשוק ויוצאות מכלל שליטה.

ממשקי האינטרנט שאנחנו מכירים כ־2.0 web לא היו כורח המציאות. בראשית שנות התשעים היו כתריסר ניסיונות ראויים להציג מידע מרושת בדרך פופולרית. חברות כמו Xanadu או General Magic פיתחו ממשקים בעלי איכויות שונות מאוד, שמעולם לא יצאו מחדר המתכנתים.

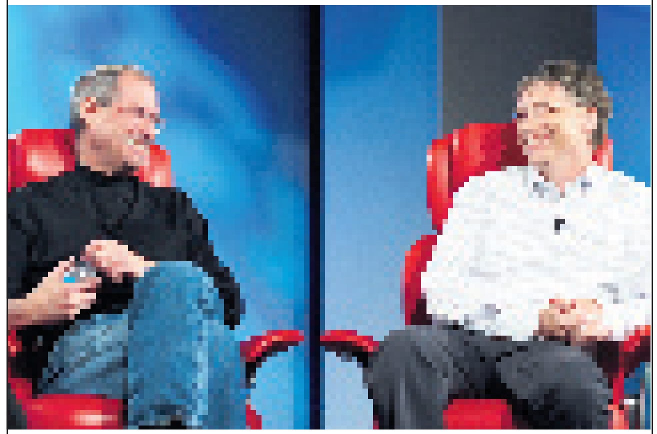
בסופו של עניין, היה זה אדם אחד בשם טים ברנרס־לי שהמציא את הרשת כפי שאנו מכירים אותה היום. הרשת שהציג ברנרס־לי הייתה מינימליסטית, במובן זה שהיא הניחה מינימום הנחות לגבי איך דף ברשת אמור להיראות ולהתנהג. היא גם הייתה רשת פתוחה, במובן זה שאף דף לא הועדף על פני דף אחר והנגישות שלהם הייתה זהה: לכל דף היה אפשר להגיע מכל דף אחר. מאחר שההחלטה לפתוח אתר לעיני הציבור הייתה נתונה לשיקול דעתם הבלעדית של מפעיליו, הרשת של ברנרס־לי הטילה אחריות אישית על בעלי האתרים. אך המטרה המקורית שעמדה לנגד עיניו של ברנרס־לי ביצירת הרשת שלו הייתה לשרת קהילה מצומצמת של פיזיקאים – לא את העולם כולו.

אם כן, על סמך מה אנחנו מעדיפים מאפיין טכנולוגי אחד על פני אחר? מערכות דיגיטליות מאפשרות לנו חופש פעולה קיצוני, אבל החופש הזה כולל בתוכו גם אובדן דרך מוסרית. אם אנחנו יכולים להמציא הכול – מה עלינו להמציא?

ככל שתוכנה מסוימת מתנפחת, היא הופכת למבוך אכזר. כשמתכנתים אחרים מנסים לעבוד עליה, הם הולכים מהר מאוד לאיבוד. אם אתם חכמים מספיק, אתם יכולים לכתוב כמעט כל תוכנה קטנה חדשה, אבל נדרש מאמץ קבוצתי אדיר (וגם לא מעט מזל) לעדכן או להרחיב תוכנה קיימת, במיוחד אם תוכנות אחרות כבר מסתמכות עליה. גם קבוצות המהנדסים המוכשרות ביותר ימצאו את עצמן במערבולת של באגים, אם ינסו לשפר או לעדכן תוכנה פופולרית.

זה תענוג גדול לכתוב תוכנות קטנות לגמרי לבד, אבל תהליך השימור והעדכון של תוכנות גדולות הוא תמיד בגדר עינוי. לכן, טכנולוגיות מידע מעוררות אצל המתכנתים סוג של סכיזופרניה: בלבול מתמיד בין המצוי לרצוי בממשק. הטכנולוגיסטים היו רוצים שכל התוכנות יתנהגו כתוכנות קטנות ומשחקיות, והם ישתמשו בכל טריק פסיכולוגי זול כדי להימנע ממחשבה רצינית ומציאותית על עולם המחשבים ועל תפקידם בו.

אופיין השברירי של תוכנות בשלבי פיתוח עלול להוביל עיצובים דיגיטליים למצב של קיפאון מוחלט, בתהליך הידוע כהתקבעות. זה



ביל גייטס וסטיב ג'ובס | צילום: ג'וי איטו, ויקישיתוף

טכנולוגיסטים כמוני יוצרים הרחבות מלאכותיות של עצם הקיום שלכם, כגון עיניים ואוזניים מרחיקות ראות ושמע (מצלמות רשת ואוזניות) או זיכרון על־אנושי (כל הפרטים שאתם יכולים לחפש באינטרנט). הרחבות אלו הופכות לחלק אינטגרלי מהתקשורת שלכם עם הזולת והעולם, ומכאן שהן גם משנות את התפיסה שלכם - הן לגבי העולם והן לגבי עצמכם

קורה כשיותר ויותר תוכנות מתוכננות כך שיעבדו עם תוכנה קיימת. מרגע זה, כל שינוי מהותי בתוכנה מרכזית זו מחייב שורה של שינויים מסונכרנים בכל התוכנות הרוכבות על גבה. לכן זה כמעט אף פעם לא קורה. מרגע שתוכנה אחת התנפחה, קשה מאוד לפוצץ אותה.

מפעם לפעם אנו חווים תור זהב דיגיטלי | יום בהיר אחד בתחילת שנות השמונים מתכנת סינתיסייזרים בשם דייב סמית מצא, באופן מקרי לחלוטין, דרך לייצג תווים מוזיקליים בתווים דיגיטליים. הטכנולוגיה הזאת נקראת MIDI, והיא המירה פעולות על הקלידים בפעולות על המקלדת. MIDI, כמובן, לא יכולה לייצג את המעברים המשחקיים או המעוגלים שכל זמר או נגן סקסופון יכול להפיק. היא יכולה לייצג רק את פסיפס הקלידים, לא את עולם צבעי המים של הכינור. אבל כל זה לא אמור היה להדאיג את מתכנת ה־MIDI, דייב סמית, שכן דייב רצה בסך־הכול לחבר כמה סינתיסייזרים יחד, כדי להעשיר את פאלטת הצלילים שעמדה לרשותו כשניגן על אורגן בודד.

חרף מגבלותיה MIDI הפכה לסטנדרט הטכנולוגי לייצוג מוזיקה בתוכנה. עוד ועוד תוכנות וסינתיסייזרים הונדסו עבור MIDI, כך שעד מהרה היה זה בלתי כדאי וכמעט בלתי אפשרי להיפטר ממנה. MIDI התקבעה, ושנים של מאמצים הרואיים מצד ארגונים מקצועיים, חברות ענק ואנשי אקדמיה לעדכן אותה לא הועילו – היא נותרה, לטוב ולרע, כמות שהיא.

לשם השוואה, מנהרות הרכבת התחתית של לונדון נבנו כך, שחלק מהקווים אינם יכולים להכיל קרונות עם מיזוג אוויר מודרני. לפיכך, בגלל החלטה הנדסית שהתקבלה לפני מאה שנה ויותר, עשרות־אלפי נוסעים באחת הערים העשירות בעולם סובלים מחום וממחנק. ומהן רכבות תחתית לעומת תוכנות, שאין עליהן שום מגבלות הנדסיות קבועות וכל־כולן שרירות לב חד־פעמית, סבוכה ומבולגנת עד אימה! כך שאם קיבעון, ואפילו קיפאון הנדסי, הוא גנגסטר בעולם רכבות התחתית, הוא רודן של ממש בעולם הדיגיטלי.

החיים על עקומת מור | היבט גורלי ומדאיג בטכנולוגיות מידע הוא, שמרגע שיישמנו עיצוב מסוים, סתם כי הוא במקרה התאים לצורך מסוים ברגע מסוים, העיצוב מתקבע. העיצוב הזה הופך לחלק אינטגרלי מחיינו, על אף שעיצובים טכנולוגיים לא פחות טובים היו יכולים להחליף אותו רגע לפני ההתקבעות.

עם הזמן הופכת הפרעה ארעית זו לאתגר נפילי ממש, שכן כוח המחשוב גדל באורח אקספוננציאלי – גידול הנודע בשם "חוק מור".

מאז תחילת הקריירה שלי, וזה לא היה כל־כך מזמן, כוחם של מחשבים גדל פי מיליונים. אתם טומנים זרע של עץ, ולפני שהספקתם

לקום חזרה על רגליכם – העץ שנטעתם בולע את כל הכפר. כך שעולם התכנות מחייב מידה כמעט לא הוגנת של זהירות מצד המתכנתים. בגלל הגידול האקספוננציאלי בכוח המחשבים, שומה על המתכנתים לנהוג משנה זהירות בבואם להכריע לטובת מאפיין זה או אחר בטכנולוגיה החדשה. להחלטות משניות לחלוטין, שנראות טריוויאליות בהתחלה, יכולות להיות השפעות מרחיקות לכת על חיינו.

טכנולוגיית MIDI של דייב סמית נמצאת עכשיו בטלפון הנייד שלכם ובמיליארדי מכשירים אחרים ברחבי העולם. על מסד ה־MIDI מושתתים רוב הצלילים בחיינו. המוזיקה הפופולרית, הרינגטונים, הביפים לפני חדשות השעה שמונה – כולם נכתבו עבור MIDI. כל חוויית השמע האנושית השתנתה מן היסוד, בגלל שטכנולוגיה מקרית ופגומה התקבעה לה בתעלות האוזן שלנו.

יום יבוא וטכנולוגיה שתחקה דיבור תקנה לה אחיזה של קבע בחיינו. הטכנולוגיה הזאת תאומץ על־ידי תעשיית המוזיקה, מה שיאפשר הפקה עשירה ועגולה יותר של מוזיקה אלקטרונית ביחס למה שמאפשרת כיום טכנולוגיית MIDI. אבל גם אם זה יקרה, וגם אם בעוד אלפי שנים מעכשיו צאצא שלנו יטוס במהירות האור במטרה לחקור מערכת שמש חדשה, סביר להניח שהוא עדיין יתעצבן לשמוע איזה ביפ–ביפ ב־MIDI, שיכריז על הצורך לכייל מחדש את מנוע האנטי־חומר בחללית.

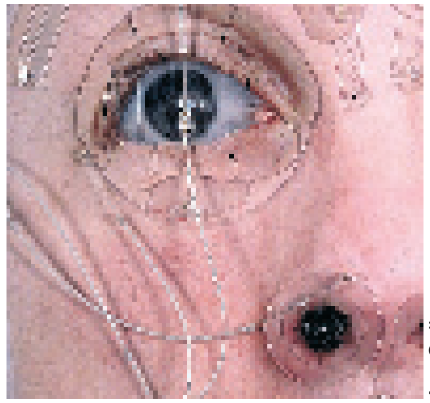
התקבעות הופכת מחשבות לעובדות | לפני MIDI התו המוזיקלי היה רעיון חסר גבולות שהתעלה מעל כל הגדרה. באמצעות התו המוזיקלי מוזיקאים תיעדו, לימדו וחשבו מוזיקה. התו המוזיקלי היה כלי מנטלי נפרד מהמוזיקה גופה. כך, לדוגמה, אנשים שונים יכולים היו להאזין לאותה יצירה ולשמוע תווים שונים.

אחרי MIDI התו המוזיקלי לא היה עוד רעיון מופשט: הוא הפך למערך נוקשה של חוקים, שהוחלו על כל היבטי החיים שעברו דיגיטציה. תהליך ההתקבעות, של MIDI בפרט ושל טכנולוגיות בכלל, משול לגל גדול השוטף את המחשבה הגמישה ויוצק אותה מחדש בבטון.

תהליך ההתקבעות משול גם למתודה המדעית. הפילוסוף קרל פופר צדק בקביעתו שהמדע אינו אלא תהליך של פסילת מחשבות: אף אחד כבר אינו יכול לטעון ברצינות, שכדור ארץ שטוח הופיע מעצמו לפני כך וכך אלפי שנים. אך המדע פוסל רעיונות על בסיס אמפירי, ומסיבה טובה, ואילו ההתקבעות הדיגיטלית פוסלת רעיונות על בסיס עצלות, פוליטיקה ואופנה – או סתם על בסיס מזל ומקרה.

הנה אתגר מחשבתי מעניין: כיצד יכול מוזיקאי אלקטרוני עכשווי לבחור לעבוד עם התו המוזיקלי הישן, בשעה שהוא מבלה את כל שעות

יש משהו פרוורטי בנסיקת האינטרנט. האמונה הראשונית ברשת ככלי בידי האדם הוחלפה באמונה ברשת עצמה כבעל־אדם. הממשקים החדשים, המזינים אמונה פרוורטית זאת, נוטלים את הכוח חזרה מהמשתמש


Ace Gallery

הטעות הקרדינלית של התרבות הדיגיטלית העכשווית היא הדאגה לרשת יותר מאשר לאנשים שמרושתים בה. אבל הרשת כשלעצמה היא חסרת משמעות. רק לאנשים יש משמעות

היממה בהאזנה ל־MIDI ומתקשר עם מוזיקאים אחרים באמצעות סטנדרט MIDI? האם כדאי לו פשוט להרכין את ראשו ולקבל עליו את רודנות ה־MIDI, גם אם הוא מעדיף את הגמישות המחשבתית של התו המוזיקלי הישן?

חשוב שנתור את קצה המסתורין, שנתהה לגבי דברים שאין להם שם, שנחפש רעיונות חדשים – אחרת נעבור בעצמנו סטנדרטיזציה דיגיטלית, בדומה לתהליך הסטנדרטיזציה של המוזיקה. אנחנו יכולים לזנוח את התו המוזיקלי, אבל אל לנו לזנוח את עצמנו.

התרגשתי מאוד כשדייב יצר את ה־MIDI. חברים שלי מצוות מקינטוש המקורי נחפזו להכין ממשק MIDI למק, ואני עצמי כתבתי לו תוכנת יצירה. MIDI גרם לנו להרגיש חופשיים יותר מאי־פעם. בעצם, היה עלינו לחוש במלכודת.

כיום, ה־MIDI התקשה והתאבן עד כדי כך, שהתרבות התאימה את עצמה לממדיו במקום שהוא יתאים את עצמו לממדיה. צמצמנו את ציפיותינו ממוזיקת הפופ במקום להרחיב את הטכנולוגיה. וזו ממש לא אשמתו של דייב.

תיקוף דיגיטלי: התקבעות הופכת פילוסופיה למציאות | לא מעט דעות קדומות שיש לנו לגבי טכנולוגיות מידע, ובכלל רעיונות שבאו לידי ביטוי ב־MIDI, הגיעו ממערכות הפעלה בשם UNIX.

בשעה ש־MIDI דוחסת את כל קשת הביטוי המוזיקלי אל מערך מגביל של מקשים על קלידים מוזיקליים, UNIX דוחסת את כלל פעולות החישוב לתוך מערך המקשים של המקלדת. למעשה, אפשר להמשיל את השימוש במערכת ההפעלה UNIX לאדם שמקליד על מכונת כתיבה. ב־UNIX ההקלדה הזאת נקראת "ממשק פקודה־שורה": אתם מקלידים הוראות, ואז לוחצים על "אנטר" על מנת שהתוכנה תורה למחשב לבצע אותן. כמובן, אינכם היחידים שמכתיבים הוראות למחשב, אך UNIX אינה יודעת להבדיל בין הוראות שמתקבלות מאנשים שלוחצים על אנטר, להוראות שמתקבלות אוטומטית מתוכנות אחרות.

מאחר שבני אדם מפגרים ביכולת ההקלדה שלהם אחר תוכנות, UNIX מורה למחשב לבצע שורה של פעולות שמקורן בתוכנות שונות על חשבון הזמן של המשתמש. מבחינת האורגניזם האנושי, המבוסס על המשכיות חושית וקוגניטיבית מסונכרנת להפליא, סידור זה יוצר מצבים של "היתקעות" מסתורית בעת השימוש ב־UNIX. בימיה הראשונים של התוכנה המסנגרים על UNIX טענו, שהגברת מהירות החישוב תפתור את בעיות התזמון וההיתקעות שהדאיגו אותי באותם ימים. ואמנם, המחשבים של היום מהירים פי מיליונים, והגברת המהירות פתרה את רוב הבעיות של UNIX, אך לא את כולן.

יש לי אייפון בכיס, ובאייפון יש – איך לא? – UNIX. הגאדג'ט הזה, כמו רבים אחרים, סובל משורה על עיכובים מסתוריים בממשק המשתמש. המשתמש לוחץ על כפתור וירטואלי וממתין לתגובה – שמבוששת לבוא. מתח מוזר נבנה ברגע הזה, מאחר שהמשתמש לא יודע מה האייפון עושה במקום לעשות את מה שהוא ביקש ממנו לעשות. הנה היא, רוח הרפאים של UNIX: אחרי כל השנים האלה היא עדיין מסרבת לפעול לפי הקצב של הגוף והמוח שלי.

ואני לא נטפל כאן לאייפון. אני יכול באותה מידה לבחור כל מחשב אישי בן זמננו. אני אפילו לא נטפל כאן ל־UNIX. גם מערכת ההפעלה Windows חולקת עם התוכנה את הרעיון, לפיו הסמל חשוב יותר מהזרימה בזמן והרצף החווייתי של המשתמש.

פילוסופיות תוכנה מקובעות – הן בכל מקום | רעיון שהתקבע עוד יותר הוא רעיון הקובץ. היה היה זמן, וזה לא היה כל־כך מזמן, שמדעני מחשב רבים חשבו שרעיון הקובץ אינו מוצלח במיוחד.

התכנות הראשון של משהו הדומה במשהו לרשת האינטרנט, Xanadu של טד נלסון, לא היה אלא קובץ אחד ענק וגלובלי. גם בגירסה הראשונה של מקינטוש, שמעולם לא שוחררה לעולם, בכלל לא היו קבצים. תחת זאת, כל תוצרי המשתמש במקינטוש המקורי רוכזו במבנה אחד, המזכיר דף אינטרנט אישי. רעיון הקובץ הופיע רק אחרי שסטיב ג'ובס לקח את פרויקט המק ממייסדו המנוח, ג'ף רסקין.

כיום יש קבצים ב־UNIX, יש קבצים במק ויש קבצים ב־Windows. כיום קבצים הם חלק מהחיים. אנחנו מלמדים סטודנטים למדעי המחשב על רעיון הקובץ כאילו היה זה חוק טבע. למעשה, אנחנו תופסים את הקבצים כממשיים יותר מחוקי הטבע: אני יכול לדמיין מצב שבו מדעני הטבע יגידו לנו להפסיק להאמין בפוטון, כי הם גילו דרך טובה יותר לחשוב על מהות האור. לא כך עם הקובץ. הקובץ יחיה לנצח.

ברמה הפילוסופית הקובץ מבטא את הרעיון, לפיו החוויה האנושית ניתנת לחלוקה ולארגון מחדש במספר גושים, כשלכל גוש יש מספר גירסאות ותוכנות שונות צריכות להתאים לגושים שונים. אילו השלכות יש לרעיון הזה על עתיד החוויה האנושית? זו שאלה מורכבת יותר מהשאלה "כיצד משפיעה השפה האנגלית על מחשבות דוברי האנגלית?", מאחר שניתן להשוות בין מחשבות של דוברי אנגלית למחשבות של דוברי סינית – אך לא ניתן להשוות בין מחשבות המשתמשים בקבצים למחשבות אלה שאינם משתמשים בקבצים. כולם משתמשים בקבצים. הקבצים הם שפה אוניברסלית. בעצם, רעיון הקובץ הפך להיות גדול עד כדי כך, שכבר אין בנמצא מסגרת רעיונית רחבה מספיק שתאפשר לנו להעריך אותו באופן אמפירי. ❮

מה שקרה לרכבות, לקבצים ולתווים מוזיקליים יכול לקרות גם להגדרת האדם | כדאי לנסות להבחין מתי פילוסופיות מתגבשות לכדי תוכנות מקובעות. כך, למשל, האם אנונימיות או פסבדונימיות נרחבת היא דבר חיובי? זו שאלה חשובה, כיוון שהרעיונות הפילוסופיים הקשורים בה, באשר לאופן שבו בני אדם מבטאים משמעות, התקבעו בעיצובי התוכנה של האינטרנט עד כדי כך, שאולי לעולם לא נוכל להיפטר מהם, או אפילו לזכור שעיצובים אלה היו יכולים להיראות אחרת.

עלינו לפחות לנסות להימנע מסוג זה של התקבעות שעומדת בפתח. ההתקבעות גורמת לנו לשכוח את החירויות האבודות שמהן נהנינו בעבר הדיגיטלי, מה שרק מקשה עלינו לראות את החירויות שמציע לנו העולם הדיגיטלי הנוכחי. למרבה המזל, עם כל הקושי, אנו עדיין יכולים לשנות חלק מהביטויים העיצוביים של רעיונות שניצבים על סף התקבעות בכלים המשמשים אותנו.

הפתעה משמחת | עליית רשת האינטרנט הייתה מקרה נדיר, שבו האמונה בטוב לבו של האדם זכתה לאישוש. מי היה מאמין שמיליוני אנשים ישקיעו כל־כך הרבה מאמץ ביצירת תכנים לאינטרנט – וכל זה ללא תמריץ כלכלי, איום בענישה, פוליטיקה של זהויות, דמויות כריזמטיות, הפחד ממוות או כל תמריץ קלסי אחר. המון אנשים עשו המון דברים יחד, אך ורק בגלל שהרעיון הגדול יותר היה טוב ויפה.

הנה, מתברר שאפילו פילוסופיה אופטימית ואידיאליסטית היא פילוסופיה ישימה. שימו פילוסופיה שמחה בתוכנה, והיא בהחלט עשויה להתגשם!

אין להשאיר את ביקורת הטכנולוגיה בידיהם של הלודיטים | אבל לא כל ההפתעות היו משמחות. אנחנו, פעילי המהפכה הדיגיטלית, עדיין מאמינים ברובנו בחלק גדול מהאידיאלים העמוקים והנפלאים שהניעו אותנו לפעולה לפני שנים רבות. מאז ומעולם האמנו כולנו שאם נעצים את האדם – נופתע לטובה מהשימוש שהוא יעשה בכוחותיו החדשים.

אבל יש משהו פרוורטי בנסיקת האינטרנט. האמונה הראשונית ברשת ככלי בידי האדם הוחלפה באמונה ברשת עצמה כעל־אדם. הממשקים החדשים של web 2.0, המזינים את האמונה הפרוורטית הזאת, נוטלים את הכוח חזרה מהמשתמש. אופנת האנונימיות הגיפה שוב את תריסי החלונות, שהורמו בהתמדה ובמאמצים רבים לאורך שנות התשעים. תהליך זה העצים את כוחם של הסדיסטים והחליש את כוחם של האנשים הרגילים.

רוח ההתנדבות הוכיחה את עצמה ככוח בל ישוער בימים הראשונים של הרשת. כשחברות עסקיות ניסו להרוויח מהרוח הזאת נוצר מעין קונפליקט: מצד התוכן, הרשת תפקדה יפה מאוד גם בלי תכנית עסקית. גוגל, למשל, ניסתה לקשור בין פרסום לחיפוש, אבל העסק שלה נשאר בשולי הפעילות המקוונת. הגלים הראשונים של הפעילות המקוונת היו אורגניים להפליא. הייתה להם איכות אישית. גולשים יצרו לעצמם דפי־בית, וכל אחד מהם היה שונה ולעתים קרובות גם משונה. לרשת היה טעם.

אז היזמים ביקשו לייצר מוצרים שיעוררו ביקוש (או לפחות, הזדמנויות פרסום שיום אחד יתחרו בגוגל), אף שלא היה להם כל ביקוש והם לא ענו על אף צורך – אף צורך מלבד תאוות הבצע של היזמים.

עד כה, רק גוגל חצבה לעצמה נישה קבועה ברשת, באמצעות מערכת דיגיטלית של ייצוג והשוואת אנשים ומודעות. כמו ב־MIDI, כך בגוגל: כל גורם במערכת – כל מחשב, כל משתמש, כל ביט – מפתח תלות בסטנדרט מסוים, בנקודת המרה מסוימת. שלא כמו ה־MIDI, סטנדרט ההמרה של גוגל נותר חבוי באיזה ענן מחשוב[2]. כל מי שרוצה לפרסם מודעות באינטרנט צריך להשתמש בסטנדרט של גוגל – אך מבלי לדעת מהו. במקרה של גוגל, עקרון המונופול חסוי בשעה שהמונופול גלוי לעין כול. לכן יכול להיות רק שחקן אחד בנישה של גוגל, ולכן שאר המתחרים הלכו כלעומת שבאו.

סדרה של מהלכים מסחריים שמאחוריהם השקעות ענק עודדה אנשים צעירים שנכנסו לראשונה לעולם המקוון, להכפיף את התכנים שלהם לתבניות אחידות שנקבעו באתרים כמו פייסבוק. אינטרסים מסחריים קידמו עיצובים שעברו אף הם האחדה, כמו הבלוג, והעיצובים האלה עודדו את השימוש בפסבדונים בשל חלק ממרכיביהם, כמו הטוקבקים. הם עשו זאת במקום לעודד את ההחצנה העצמית הגאה, שאפיינה את הגל הראשון של תרבות הרשת.

במקום להתייחס לאנשים כאל מקור היצירה שלהם, אתרי אגרגציה מסחריים הציגו מקטעים אנונימיים של יצירה, שהיו יכולים באותה מידה ליפול כמן מהשמיים, תוך טשטוש המקור האמיתי שלהם.

עליית השבטיות | הדרך שבה הגענו הנה היא דרכו של שבט אחד של טכנולוגיסטים, שהפך באחרונה למשפיע יותר מאחרים. לבני השבט הזה אין שם רשמי, אבל אני מכנה אותם בשם "טוטליסטים קיברנטיים" או "מאואיסטים דיגיטליים".

2 | ענן מחשוב הוא כינוי לשרתים מרוחקים, המחזיקים במידע ובכוח מחשוב הזמינים פוטנציאלית לכל עמדת קצה המחוברת אליהם באמצעות הרשת.

טד נלסון. מייסד Xanadu, ממציא המונח hypertext

טים ברנרס־לי. ממציא ה־World Wide Web

ממשקי מדיה שונים מעוררים פוטנציאלים שונים בטבע האנושי. אל לנו לשכלל את מנטליות העדר עד קצה גבול יכולתה. תחת זאת עלינו לעורר השראה בפרט לפתח את האינטליגנציה שלו

על סמך מה אנחנו מעדיפים מאפיין טכנולוגי אחד על פני אחר? מערכות דיגיטליות מאפשרות לנו חופש פעולה קיצוני, אבל החופש הזה כולל בתוכו גם אובדן דרך מוסרית. אם אנחנו יכולים להמציא הכול - מה עלינו להמציא?

השבט שהעפיל לבכורה מורכב מחבר'ה מעולם הקוד הפתוח, מקהילת Linux, מגישת הבינה המלאכותית כלפי מדעי המחשב, מאתרי שיתוף הקבצים ומ־web 2.0. בירתם היא עמק הסיליקון, אבל יש להם בסיסים בכל קצווי תבל. הבלוגים החביבים עליהם כוללים את TechCrunch, Boing Boing ו־Slashdot, והשגרירות שלהם בעולם הישן היא מגזין "Wired".

כמובן, אני מצייר כאן תמונה במכחול רחב למדי; לא כל חבר בקבוצות שמניתי כאן מחזיק בהכרח בכל האמונות שאני מבקר. למעשה, מי שמחזיק באמונות הטפלות שמדאיגות אותי הם לא הטכנולוגיסטים עצמם, אלא המשתמשים שמשתמשים בכלים שהטכנולוגיסטים מקדמים.

הטעות הקרדינלית של התרבות הדיגיטלית העכשווית היא הדאגה לרשת יותר מאשר לאנשים שמרושתים בה. אבל הרשת כשלעצמה היא חסרת משמעות. רק לאנשים יש משמעות.

כשאני כותב על השבט הזה, אני לא כותב על איזה "הם" רחוק. חברי השבט הם החברים הטובים ביותר שלי, המורים שלי, התלמידים שלי, הקולגות שלי. רבים מחבריו לא מסכימים עם הדברים שאני אומר, וייאמר לזכותם שאני מרגיש חופשי להביע את דעתי מבלי לדאוג למקומי בעולם שלו.

מצד שני, אני גם מכיר מסורת דיגיטלית אחרת, מסורת הומניסטית. עם הדמויות המפורסמות במסורת זו ניתן למנות את ג'וזף וייצנבאום, טד נלסון, טרי וינוגרד, אלן קיי, ביל בקסטון, דאג אנגלברט, בריאן קנטוול סמית, הנרי פוקס, קן פרלין, בן שניידרמן (שהמציא את רעיון ההקלקה על לינק) ואנדרי ואן דאם, מחנך גדול שהשפיע על דורות של תלמידים. גם דייוויד גלרנטר, שהמציא את חלק הארי של מה שאנו מכירים היום כמחשוב ענן, ראוי להימנות עם דמויות המופת של המסורת ההומניסטית במחשבים.

יש לציין שהזרם ההומניסטי במדעי המחשב אינו משתייך לתרבות מסוימת. טד נלסון הוא תוצר מובהק של שנות השישים, דמות הנווד של תרבות־הנגד ומי שאחראי למחזמר הרוק הראשון, "Anything & Everything". דייוויד גלרנטר, לעומת זאת, הוא שמרן פוליטי ותרבותי שכותב עבור מגזינים כמו "Commentary" ומלמד בייל. ובכל זאת, אני שואב השראה משניהם.

לשבט או לחסד | כוונותיהם של חברי שבט זה טובות ביסודן. הם פשוט ממשיכי דרכם של שוחרי טוב קודמים, כגון הפרוידיאנים והמרקסיסטים – ואין כאן נימה מזלזלת. אני חושב על הגלגולים הראשונים של המרקסיזם, למשל, לפני שהסטליניזם והמאואיזם הרגו מיליונים. ❯

התנועות שנקשרו בשמות של פרויד ומרקס חצבו יסודות בהבנה המדעית והחברתית של העולם. תנועות אלה הכריזו מלחמה על ההזיות המוזרות והמניפולטיביות של הדתות – ובסופו של יום הגו כמה הזיות מוזרות לא פחות. תהליך זה קורה פעם נוספת. תנועה מטריאליסטית שמנסה לבסס את עצמה כמדע, נראית יותר ויותר כדת. פתאום אנחנו מתחילים לדלג על חקירה מדעית ספקנית בדרך למסקנה. פתאום התנועה מציגה חזון אחרית ימים משלה בדמות הסינגולריות[3], ודטרמיניזם חברתי חדש בדמות הרשת.

מתי מגיעים? | משהו מדהים אירע עם לידת רשת האינטרנט. האמונה בטוב לבו הבסיסי של האדם הוצדקה, כשכלי ידע חופשי ועצמאי ניתן לקבוצה עצומה של אנשים. במידה רבה, החופש הזה כבר התקבע תודעתית. הידד!

אבל באותו זמן ממש רעיונות הרבה פחות מדהימים לגבי החיים ומשמעותם התקבעו אף הם – רעיונות כמו גסות ההבעה המוזיקלית של MIDI והזמן הממוחשב של UNIX. המחיר שאנו נתבעים לשלם הוא סביר, אני מכנה אותו בשם "הפסד אסתטי", והוא מאוזן על־ידי ניצחונות אסתטיים. העולם הדיגיטלי נראה טוב יותר ממה שהוא נשמע הודות למאמציהם של אקטיביסטים דיגיטליים, כגון חבר'ה מ־Xerox Parc (במיוחד אלן קיי), אפל, אדובי והעולם האקדמי (ובמיוחד דון קנות מסטנפורד) – שלחמו כדי להציל אותנו מכמה פונטים מכוערים במיוחד, רגע לפני שנתקענו איתם להרבה מאוד זמן.

בסך הכול, הצלחנו לא רע בכלל! אבל האתגר שמונח עכשיו לפתחנו, web 2.0, הוא אתגר בקנה מידה אחר לגמרי. הממשקים החדשים הנמצאים על סף התקבעות, דורשים שנצמצם את עצמנו כבני אדם באופן אקטיבי. זה דבר אחד לתכנת ייצוג מצומצם של מוזיקה או של זמן – ודבר אחר לגמרי לעשות את זה לעצם אנושיותנו.

למה זה חשוב | אם אתם מרגישים בנוח להשתמש בכלים שאתם משתמשים בהם, מי אני שאספר לכם שיש בכך טעם לגנאי? אך אנא מכם, קחו רגע לשקול את הנקודות הבאות:

■ הדגשת ההמון פירושה מחיקת הפרט בחברה, וכשפרטים מתבקשים להפסיק להתנהג כפרטים, הם חוזרים להתנהג כהמון מוסת. התנהגות זו מובילה לא רק לטרולים עוצמתיים; היא מובילה לרשת עוינת ושמרנית.

■ ענני המחשוב שינו את אופי הפיננסים. הצלחה פיננסית נמדדת היום ביכולת לתמרן את הענן על חשבון עקרונות מבוססים.

■ ישנן הצעות להתאים את תהליך החקירה המדעית לעקרונות הענן. אם הצעות אלו יתקבלו, מדענים כבר לא יבינו מה הם עושים.

■ תרבות הפופ נדבקה במחלת הנוסטלגיה. התרבות הדיגיטלית נשלטת על־ידי רימייקים ורמיקסים טריוויאליים ועל־ידי תגובות נאצה כלפי המדיה הממסדית הגוועת. זוהי תרבות־נגד בלי בעד.

■ הרוחניות מתאבדת. ההכרה מנסה למחוק את עצמה.

יכול להיות שאתם חושבים שסתם חיברתי כאן קטלוג של כל הקשיים והכשלים האפשריים של התרבות הטכנולוגית, אבל זה לא נכון. לכל הדוגמאות הללו יש מקור אחד: המשמעות העמוקה של היותנו בני אדם הולכת ונמחקת באשליות של ביטים.

עלינו לחשוב על התשתית הדיגיטלית שאנו מניחים כעת, שכבה על גבי שכבה, במטרה להועיל לדורות הבאים. עלינו להיות אופטימיים ולהאמין שהציוויליזציה תשרוד את המאה רבת האתגרים הזאת, ולהשקיע מאמצים ביצירת העולם הטוב ביותר עבור אלו שיירשו אותנו.

ביחס לשאר האתגרים העומדים לפתחנו, דיונים לגבי התרבות המקוונת בוודאי נראים שוליים למדי. עלינו להתמודד עם ההתחממות הגלובלית, לעבור לאנרגיה חלופית, להימנע ממלחמות עם נשק להשמדה המונית, לתמוך באוכלוסיות המזדקנות, להבין כיצד להרוויח מהשוק החופשי מבלי להידרס על־ידי כשלי השוק הזה, ולדאוג לשאר ענייני חולין. אבל הדיונים לגבי התרבות הדיגיטלית, עתיד הפרטיות והקניין הרוחני עוסקים בדמות החברה האנושית כפי שתהיה – אם נצלח את כל שאר האתגרים.

נהוג לצרף לכל מטרה גלובלית רשימה של הצעות עשה־זאת־בעצמך: דוושו לעבודה, מחזרו, וכולי. אני מציע רשימה דומה לבעיות שהעליתי כאן:

■ אל תטקבקו באנונימיות, אלא אם כן נשקפת לכם סכנה ממשית.

■ אם אתם משקיעים מאמץ בכתיבת ערכים לוויקיפדיה, הפנו מאמצים גדולים יותר לביטוי עצמי מחוץ לוויקי ולגיוס אנשים שמתעניינים באותם ערכים שתרמתם להם.

■ צרו אתר שמבטא משהו בכם, שלא מתאים לשבלונה הקיימת ברשתות החברתיות.

■ פרסמו מפעם לפעם וידיאו שאורכו מאית מהזמן שלקח לכם ליצור אותו.

■ כתבו פוסט בבלוג שדרש מכם שבועות רבים של הרהורים עמוקים.

■ אם אתם מצייצים, נסו למצוא דרך לבטא את מצבכם הפנימי במקום להדהד אירועים חיצוניים. כך תימנעו מהאמונה המסוכנת, לפיה אירועי היום מכתיבים את מי שאתם, כפי שהם מכתיבים למכונה את מה שהיא.

3 | כינוי לנקודת זמן עתידית שבה, לטענת עתידנים מסוימים, ישיגו מחשבים יכולות בינה מלאכותית גבוהות מאלו של בני אדם, תוך יצירת שינויים קיצוניים בעולם.

ג'רון לניאר, אחד ממאה האנשים המשפיעים של "טיים"

ג'רון לניאר הוא מחלוצי תחום המציאות המדומה, ולדבריו, הוא זה שטבע את המונח Virtual Realtiy, או לפחות הפך אותו לפופולרי. הוא נולד בניו־יורק ב־1960. אמו, ניצולת מחנה ריכוז, מתה בתאונת דרכים כשהיה בן תשע. אביו, בן למשפחה יהודית שהיגרה מאוקראינה לארצות־הברית על רקע פוגרומים, גידל אותו לבד בניו מקסיקו. במשך תקופה ארוכה השניים גרו באוהלים, עד שאביו החל לבנות בית בצורת כיפה גאודזית, שלניאר הצעיר עזר בעיצובה.

בגיל 13 החל לניאר ללמוד באוניברסיטת מדינת ניו־מקסיקו, שם פגש את המומחה בעל השם לבינה מלאכותית מרווין מינסקי ואת האסטרונום קלייד טומבו, שגילה, בין היתר, את פלוטו. בתחילת שנות השמונים החל לניאר לעבוד בחברת משחקי הארקייד, הווידיאו והמחשב Atari. עם התפצלות החברה באמצע שנות השמונים הוא הקים, יחד עם תומאס צימרמן, את חברת VPL Research, שניסתה לפתח טכנולוגיות של מציאות מדומה. הייתה זאת החברה הראשונה שפיתחה יישומים מסחריים בתחום זה. לאחר כמה פיתוחים תקדימיים החברה הגישה ב־1990 בקשה לפשיטת רגל, ותשע שנים מאוחר יותר הפטנטים שלה נקנו על־ידי Sun Microsystems.

בעשור האחרון היה לניאר חוקר אורח במוסדות אקדמיים ובחברות מסחריות כמו מייקרוסופט, שם עבד, לצד עיסוקיו במחשבים, באינטרנט ובמציאות מדומה, על פיתוח המכשיר Xbox 360 עבור Kinect.

לניאר מתעניין גם במוזיקה. בבעלותו אוסף נדיר של כלי נגינה ייחודיים, רובם ממדינות המזרח.

המגזין "Time" בחר בלניאר כאחד ממאה האנשים המשפיעים ביותר בעולם ב־2010. חמש שנים קודם לכן, קוראי המגזינים "Foreign Policy" ו־"Prospect" בחרו בו כאחד ממאה האינטלקטואלים הציבוריים המשפיעים ביותר בעולם. בשנים האחרונות החל לניאר להשמיע ביקורת חריפה נגד אדריכלי העידן הדיגיטלי, כפי שאנו מכירים אותו היום, בדגש על web 2.0, שדוגמאותיו הבולטות ביותר הן ויקיפדיה, youtube והרשתות החברתיות. הוא מבקר, בין היתר, את האדרת חוכמת ההמונים ברשת, את ההשוואות בין האדם למחשב העומדות בבסיס גישות של בינה מלאכותית, ואת האמונה הטכנו־אוטופיסטית בסינגולריות, לפיה אנו עומדים בפני מהפכה טכנולוגית אדירה שתביא ליצירת בינה מלאכותית ולקרע בהיסטוריה של המין האנושי.

אלה הן רק כמה מהפעולות שאפשר לעשות כדי להיות אדם שלם, ייחודי, במקום להיות מקור של פרגמנטים בשירות אחרים. כל עוד אינכם מצמצמים את עצמכם לטובת התוכנה, אתם מסייעים להרחיב את הרעיונות שיהפכו בחלוף הדורות לסטנדרט. תמיד טוב שאדם יאהב את המדיום שהוא עוסק בו. אהבו צבע אם אתם ציירים, אהבו את הקלרינט אם אתם מוזיקאים. אהבו את השפה האנגלית (או שנאו אותה). אהבת המדיה היא אהבת המסתורין.

לא כך הם פני הדברים ביחס לטכנולוגיות דיגיטליות כמו MIDI או UNIX, ואפילו ביחס לרשת האינטרנט עצמה. את הטכנולוגיות הללו מוטב לאהוב עם קורטוב ספקנות, שכן אלה נהגו לאחרונה ועוצבו ביד המקרה. אם תאהבו מדיום דיגיטלי, ישנה הסכנה שתילכדו במחשבות הטריות של מישהו אחר. הילחמו בזה!

חשיבות הפוליטיקה הדיגיטלית | בשנות השמונים והתשעים היה קמפיין למען ממשק גרפי מעוצב ומוקפד בתוכנות. הקמפיין הפוליטי הזה נשא פירות, כשהשפיע על מהנדסים בחברות כמו אפל ומייקרוסופט לשנות את מהלך התרבות הדיגיטלית רגע לפני שזו התקבעה. אך ורק בזכות הקמפיין ההוא יש לנו פונטים נאים ואפשרויות עיצוב גמישות על המסך.

היום אנחנו צריכים לצאת בקמפיין דומה, שישכנע את המהנדסים, המעצבים, אנשי העסקים וכל מי שיש לו יד בדבר, לתמוך בחלופות הומניסטיות ברשת. לצערי, קמפיין הפוך לזה מדבר היום אל לבם. התרבות המקוונת מלאה בלהג משיחי, שמושך את הרשת לכיוון על־אנושי ואל־אנושי. ✕

תרגום: עודד כרמלי

טרטא

אפשר כבר לגעת בחיים

נראה שפרופ' ישעיהו ליבוביץ טעה בגישתו לסוגיית "התהוות החיים", וחקירת הנושא אינה עוד בגדר עיסוק במטאפיזיקה. עם זאת, הקושי שעליו מצביע ליבוביץ בהבנת יחסי הגומלין בין העולם האובייקטיבי לעולם הסובייקטיבי, עדיין תקף

פרופ' יוסף נוימן

מספרים שכאשר ליבוביץ לימד פילוסופיה של המדע באוניברסיטת תל־אביב בראשיתה (באבו־כביר), אחד מתלמידיו שירת במילואים בעת הבחינות. ליבוביץ הבטיח לו שיבחן אותו אישית, ברגע שישתחרר. יום אחד מגיע התלמיד לאוניברסיטה ושואל – "איפה פרופ' ליבוביץ?" אומרים לו: "רוץ, זה עתה הוא הלך לאוטובוס". התלמיד רץ ורואה את ליבוביץ על מדרגות האוטובוס. ליבוביץ מזהה את התלמיד, ולפני שדלת האוטובוס נסגרת שואל אותו: "מה הקשר בין מדע ודת?" התלמיד: "אין". ליבוביץ: "עברת".

בין החומר הדומם והחיים

ליבוביץ דן רבות בבעיה הביופיזית (הקשר בין החומר הדומם והחיים) והבעיה הפסיכופיזית (הקשר בין המוח והתהליכים הנפשיים). לגבי הבעיה הראשונה – חלקתי עליו. ליבוביץ טען שהביולוגיה אינה דנה ב"התהוות החיים", שהיא שאלה מטאפיזית. הוא ציטט את הפיזיקאי זוכה פרס נובל, יוג'ין ויגנר, שטען כי היווצרות החיים היא נס. כיום יש תיאוריות המתבססות על עדויות נסיבתיות רבות ועל בניית מודלים לגבי האופן שבו החיים (או ליתר דיוק, התא החי) יכולים היו להיווצר בתהליך הדרגתי (לפי כארבעה מיליארד שנים) מחומר דומם. הן מתבססות על שִחזור התנאים ששררו אז על פני כדור הארץ ובאטמוספירה (מבחינת ההרכב הכימי והאנרגיות), שהיו שונים מאוד מהתנאים הקיימים כיום, ועל ההשערה של קיום מולקולות בעלות כושר שכפול וכושר קטליטי (כנראה סוג של **RNA**).

ליבוביץ הסתמך רבות על קביעתו של הפיזיולוג הדגול בן המאה ה־19 קלוד ברנאר, כי יש להבחין בין מנגנוני החיים, שאותם המדע מסוגל לפענח, ובין מהות החיים, שהמדע לא יוכל להבין לעולם. זוהי קביעה שרירותית וניבוי המגשים את עצמו, שהרי כל מה שנגלה יהיה בגדר "מנגנון" ולא "מהות". מחלוקת זו סובבת במידה רבה סביב נושא התכליתיות.

הביולוג הצרפתי הגדול פרנסואה ז'אקוב כתב, ש"חלומו של כל חיידק הוא להתחלק לשני חיידקים". תהליכי החיים מכוונים למטרה מסוימת, ואילו לתופעות של העולם הדומם (קרני השמש, הגשם או הרוח) אין תכליתיות.

על בסיס הידע הקיים בידינו אפשר לטעון, שבתא של חיידק מתנהל בו–זמנית מספר גדול מאוד של תהליכים כימיים בצורה מבוקרת. חיידק כזה אינו אלא מכלול התהליכים הפיזיים, התהליכים הכימיים והתהליכים הקיברנטיים, המכוונים לשימורו ולהתרבותו.

בכך הוסר הפער בין "המנגנונים" ו"המהות". מערכת כזאת היא תכליתית (ומכוּנה מערכת טלאונומית), בתוקף הארגון של מרכיביה, והיא תופעה אובייקטיבית, בשונה מהתכליתיות האנושית המודעת והסובייקטיבית.

תופעה מרכזית ומורכבת המאפיינת את היצורים החיים הרב–תאיים (כמו האדם) היא האונטוגנזה – ההתפתחות העוברית, שהיא סדרה של שלבים עוקבים וקבועים, מתא הביצה המופרית לאורגניזם המבוגר.

גם כאן מצטט ליבוביץ בהסכמה את דבריו של קלוד ברנאר: "בהכירנו שתופעות החיים הן תופעות פיזיקו–כימיות, לא הבהרנו כלל את תופעת האונטוגנזה, שהיא ביצוע פרוגרמה [...] הפרוגרמה הזאת היא בבחינת הרשות המחוקקת, ואילו הגורמים הפיזיקו–כימיים הם בבחינת הרשות המבצעת" (ההדגשות שלי). ברנאר מסתמך על הידע והפרדיגמה של המאה ה–19. היום, תהליך ההתפתחות העוברית הולך ומתברר על בסיס הידע של הביולוגיה המולקולרית: גילוי הדנ"א והצופן הגנטי, המכוון את היווצרות החלבונים, שהם בעלי תפקיד מרכזי בחיי האורגניזם, והתהליכים הנוספים הקשורים בהתמנייות – ביצירת הרקמות והאברים השונים.

הדנ"א (בניגוד לטענתו של ליבוביץ) אינו סתם "חומר", אלא חומר נושא מידע או מסר. מסר אינו מסה או אנרגיה; הוא מציין דגם של

עצמים או אירועים. הגנים המצויים בתא הביצה המופרית (יחד עם מרכיבים אחרים שמצויים בה) מופעלים באופן שונה בזמנים שונים ובמקומות שונים בעובר המתפתח. תהליך ההתמיינות הוא אכן "תכנית" ההולכת ומתממשת, כאשר כל שלב משפיע על השלב הבא. המורכבות העצומה של התהליך עדיין נחקרת, אולם אין צורך להתבסס על "הרשות המחוקקת" של ברנר, שהוא מושג מעורפל ומיותר.

ליבוביץ הסתמך רבות על קאנט. לפי קאנט, בתופעות החיים קיים ארגון מובהק המחייב אותו להניח, ש"הטבע איננו ארץ נעדרת מושגים", ושנגלית בו במקרים מסוימים גם "תכליתיות". קאנט סובר כי כאשר מתגלה בטבע משהו מורכב וסימטרי, יש שתי אפשרויות בלבד להסביר את היווצרותו: "צירוף נסיבות פיזיקליות מקריות" או "מימוש של מושג שהאדם יכול להכיר בראשו". תרומתו הגאונית של דרווין הייתה, שהוא הצביע על אפשרות שלישית – אבולוציה באמצעות תהליך הברירה הטבעית. זהו התהליך העומד בבסיס התפתחות המינים וגם בבסיס התהליך של ההתפתחות העוברית.

בעיית גוף־נפש: תרומתו של ליבוביץ

הפסיכולוג דניאל כהנמן כתב, כי אין עוד מקום בעולם שבו דנו בבעיה זו באופן כה אינטנסיבי כמו בירושלים, וזאת בזכותו של ישעיהו ליבוביץ. בעיה זו נידונה על־ידי ד"ר נעמי כשר בגיליון מס' 18 של "אודיסאה".

בעיית גוף־נפש, בניסוחו של ליבוביץ, היא: "מבחינת הכרתנו את העולם האובייקטיבי [הכולל את מוחנו] והעולם הסובייקטיבי [התהליכים הנפשיים] ייראה לנו, שלא תיתכן שום קורלציה ולא ייתכן שום יחס גומלין ביניהם, אף על פי שקורלציה כזאת ויחס גומלין כזה הם לנו נתוני המציאות".

מאז המהפכה המדעית של דקארט, גליליאו וניוטון במאות ה־16 וה־17, מקובל שהמדע דן רק בתהליכים אובייקטיביים (ה"נשמה" היא ברשות הכנסייה). בגלל יוקרת המדע והישגיו העצומים הוגים מסוימים מבטלים, למרבה ההפתעה, את ממשותן של התופעות הנפשיות וטוענים שהן אינן אלא תופעות נוירופיזיולוגית (המתרחשות במוח). לדעתם, אם לא ניתן להוכיח את הקביעה הזאת היום, היא תוכח כנכונה בעתיד, עם התפתחות המדע.

למדע האובייקטיבי (והכמותי) יש הישגים מרשימים, אבל קיום התהליכים הנפשיים הסובייקטיביים אצל האדם: תחושות, רגשות ומחשבות (וקיום חלקם גם אצל בעלי חיים מסוימים) הוא עובדה בעולם. ההדגשה של עובדה זו היא, לפי דעתי, אחת מתרומותיו החשובות של ליבוביץ.

כאשר עמיתי הביולוגים טוענים שאהבה היא כימיה, אני מפנה אותם לכתביו. תפקיד המדע הוא לחקור ולהבין את העולם. אם המתודה שבה אנו מחזיקים אינה צולחת, עלינו לחפש מתודה אחרת, ולא להתעלם ממה שקיים בעליל.

בין איגנורמוס לאיגנורבימוס

מדוע לא ייתכן קשר בין הגופני והנפשי? הנה מה שכותב ליבוביץ על המוח: "המוח אינו אלא אחד מאיברי גופנו ואין הבדל עקרוני בינו ובין בוהן הרגל השמאלית" (ההדגשה שלי). מה פירוש "אין הבדל עקרוני"? ההבדל בין המוח ובוהן הרגל השמאלית הוא בסוג התאים המרכיבים את האיברים האלה, בארגון שלהם ובתפקוד שלהם. יש אפילו הבדל מאוד חשוב ("עקרוני"?) בין בוהן הרגל השמאלית והקיבה; בקיבה חל עיכול המזון, ובבוהן הרגל השמאלית – לא.

בעבר הכירו ארבעה סוגים של פסקי־דין: זכאי, אשם, לא יודעים (איגנורמוס) ולא נדע (איגנורבימוס). ליבוביץ כתב: "...אין אנו יכולים היום להעלות על דעתנו כיצד תוספת של מידע על מוחנו מזה, ועל תודעת עצמנו מזה, תתרום משהו להבנת טיבה של עגינה זו. הבעיה הפסיכופיזית איננה בעיה שאין אנו יודעים את התשובה עליה, אלא היא בעיה שאנו יודעים שלא תיתכן תשובה עליה" (ההדגשה במקור).

כשאיננו מבינים משהו, יש לנו נטייה לייחס לעובדה זו משמעות עמוקה. העובדה שאיננו מבינים משהו, היא קודם־כול עדות למוגבלות ההבנה שלנו. אם ללמוד מן העבר, יש מקום לאופטימיות. בעולם הניוטוני הייתה המגנטיות תופעה מסתורית; אחרי ניסוייו המפורסמים של לואי פסטר הגיעו החוקרים למסקנה, שיצור חי לא יכול להיווצר מחומר דומם; ב־1931 כתב הביולוג והפילוסוף האנגלי ג'.ס. הולדיין : "התהליך של חלוקת התא לשני תאים זהים הוא נס". כל זה התברר כמוטעה.

יחד עם זאת, אל נתעלם מכך שכל התקדמים האלה מורים על הבנה של תופעות אובייקטיביות, ואילו הקושי הגדול שעליו מצביע בצדק ליבוביץ, הוא הבנת יחסי הגומלין בין העולם האובייקטיבי לעולם הסובייקטיבי. אין באפשרותנו לנחש איזו מהפכה אינטלקטואלית תידרש להבנת עובדה זו. ✕

מקורות:

- ישעיהו ליבוביץ, "בין מדע לפילוסופיה", אקדמון, ירושלים, תשמ"ז, 1987
- J.R. Searle, "Mind - A Brief Introduction", Oxford University Press, 2004
- נוימן יוסף, "החיים ותודעת החיים – היווצרות החיים, דארוויניזם, האדם", רסלינג, 2010
- נוימן יוסף, "הממשות של המודעות ושל התהליכים הנפשיים: התחושות, הרגשות, והמחשבות", "נוירולוגיה", גיליון מס' 11, 2012